PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-107542
(43)Date of publication of application : 23.04.1996

(51)Int.Cl. H04N 5/92
G06F 12/00
G11B 20/12
G11B 20/12
H04N 5/76
H04N 7/16

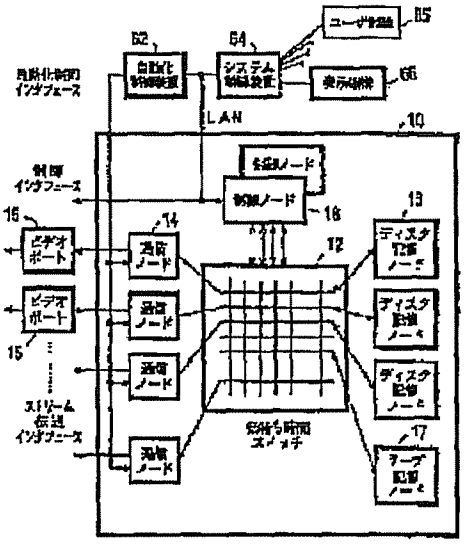
(21)Application number : 07-227676
(22)Date of filing : 05.09.1995

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP <IBM>
(72)Inventor : FALCON JR LORENZO
SAXENA ASHOK RAJ

(30)Priority
Priority number : 94 302624 Priority date : 08.09.1994 Priority country : US

(54) MEDIA STREAMER

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a 'video friendly' computer subsystem.
SOLUTION: A media streamer 10 includes storage nodes 16 which include a mass storage device that stores digital representation of a video display. The video display needs time T to show its whole and is stored as N pieces of data blocks. Each data block stores that corresponds to about T/N period of the video display. The streamer 10 further includes plural communication nodes 14 which separately have an input port that is connected to the output of a storage node in order to receive digital representation of the video display. Each of plural communication nodes further includes plural output ports, it separately transmits digital representation as a data stream to a consumer of the digital representation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.11.1997
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3096409
[Date of registration] 04.08.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)**公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号

特開平8－107542

(43)公開日　平成８年(1996)４月23日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ	技術表示箇所
Ｈ０４Ｎ　5/92				
Ｇ０６Ｆ　12/00	５８０	7623－5Ｂ		
Ｇ１１Ｂ　20/12		9295－5Ｄ		
	１０３	9295－5Ｄ		
			Ｈ０４Ｎ　5/92　Ｈ	

審査請求　未請求　請求項の数９　ＯＬ　（全 41 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平7－227676

(22)出願日　平成７年(1995)９月５日

(31)優先権主張番号　３０２６２４

(32)優先日　1994年９月８日

(33)優先権主張国　米国（ＵＳ）

(71)出願人　390009531
インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション
ＩＮＴＥＲＮＡＴＩＯＮＡＬ　ＢＵＳＩＮＥＳＳ　ＭＡＳＣＨＩＮＥＳ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州　アーモンク　（番地なし）

(72)発明者　ロレンソ・ファルコン・ジュニア
アメリカ合衆国95123　カリフォルニア州　サンノゼ　オミラ・ドライブ　253

(74)代理人　弁理士　合田　潔　（外２名）

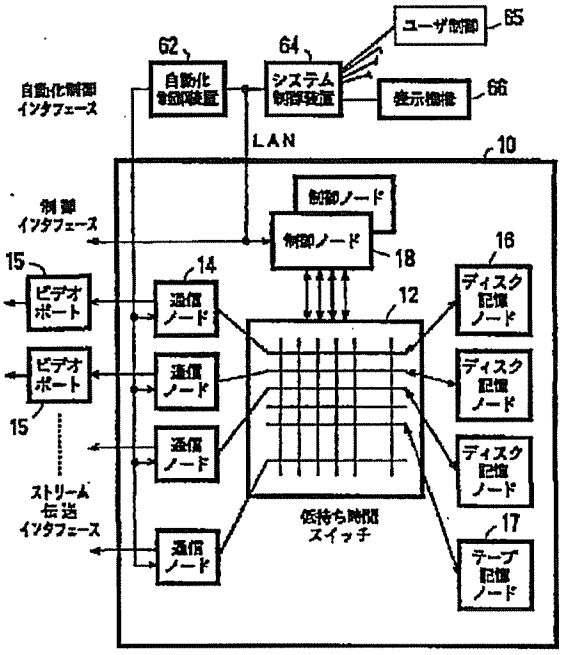
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　メディア・ストリーマ

(57)【要約】　（修正有）

【課題】　「ビデオ・フレンドリー」なコンピュータ・サブシステムを提供する。

【解決の手段】　メディア・ストリーマ（１０）は、ビデオ表示のディジタル表現を格納するための大容量記憶装置を含む記憶ノード（１６）を含む。ビデオ表示は、その全体を表示するのに時間Ｔを要し、Ｎ個のデータ・ブロックとして格納される。各データ・ブロックはビデオ表示の約Ｔ／Ｎの期間に対応するデータを格納する。メディア・ストリーマは、それからのビデオ表示のディジタル表現を受け取るために記憶ノードの出力に結合された入力ポートをそれぞれ有する複数の通信ノード（１４）をさらに含む。複数の通信ノードのそれぞれは、複数の出力ポートをさらに含み、そのそれぞれがディジタル表現の消費者にデータ・ストリームとしてディジタル表現を伝送する。



【特許請求の範囲】

【請求項１】少なくとも１つのビデオ表示のディジタル表現を格納する大容量記憶装置を含む少なくとも１つの記憶ノードであって、前記大容量記憶装置が複数の大容量記憶ユニットから構成され、前記少なくとも１つのビデオ表示がその全体を提示するのに時間Ｔを必要とし、複数のＮ個のデータ・ブロックとして格納され、各データ・ブロックが前記ビデオ表示の約Ｔ／Ｎの期間に対応するデータを格納する、少なくとも１つの記憶ノードと、

複数の通信ノードであって、それぞれがそれからビデオ表示のディジタル表現を受け取るための前記少なくとも１つの記憶ノードの出力に結合された少なくとも１つの入力ポートを有し、前記複数の通信ノードのそれぞれが、それぞれディジタル表現の消費者にデータ・ストリームとしてディジタル表現を伝送する複数の出力ポートをさらに有する、複数の通信ノードとを含み、

前記ディジタル表現の前記Ｎ個のデータ・ブロックがＸ個のストライプに区分され、データ・ブロック１、Ｘ＋１、２＊Ｘ＋１、・・・などがＸ個のストライプの第１のストライプに関連づけられ、データ・ブロック２、Ｘ＋２、２＊Ｘ＋２、・・・などがＸ個のストライプの第２のストライプに関連づけられ、以下同様に関連づけられ、前記Ｘ個のストライプのそれぞれが前記複数の大容量記憶ユニットのそれぞれに格納されることを特徴とする、メディア・ストリーマ。

【請求項２】前記複数の大容量記憶ユニットがビデオ表示のディジタル表現の１つのコピーを格納し、複数のデータ・ストリームが前記Ｎ個のデータ・ブロックのうちの同一データ・ブロックを同期伝達できるように前記Ｘ個のストライプが読み出されることを特徴とする、請求項１に記載のメディア・ストリーマ。

【請求項３】前記複数の大容量記憶ユニットがビデオ表示のディジタル表現の１つのコピーを格納し、複数のデータ・ストリームが前記Ｎ個のデータ・ブロックのうちの異なるデータ・ブロックを同期伝達できるように前記Ｘ個のストライプが読み出されることを特徴とする、請求項１に記載のメディア・ストリーマ。

【請求項４】前記Ｔ／Ｎの期間の持続時間が約０．２秒～約２秒の範囲であることを特徴とする、請求項１に記載のメディア・ストリーマ。

【請求項５】Ｘの値が

Ｘ＝最大（ｒ＊ｎ／ｄ，ｒ＊ｍ／ｄ）

という式によって求められ、式中、ｒがデータ・ストリーム用の公称データ転送速度であり、ｎが公称データ転送速度で同時に出力されるデータ・ストリームの最大数であり、ｄが前記大容量記憶ユニットの１つの有効出力データ転送速度であり、ｍが前記Ｎ個のデータ・ユニットの少なくとも１つを格納する前記大容量記憶ユニットのすべてから公称データ転送速度で同時に出力されるデータ・ストリームの最大数であることを特徴とする、請求項１に記載のメディア・ストリーマ。

【請求項６】少なくとも１つのビデオ表示のディジタル表現を格納する大容量記憶装置を含む少なくとも１つの記憶ノードであって、前記大容量記憶装置が複数のディスク・データ記憶ユニットから構成され、前記少なくとも１つのビデオ表示がその全体を提示するのに時間Ｔを必要とし、複数のＮ個のデータ・ブロックとして格納され、各データ・ブロックが前記ビデオ表示の約Ｔ／Ｎの期間に対応するデータを格納する、少なくとも１つの記憶ノードと、

複数の通信ノードであって、それぞれがそれからビデオ表示のディジタル表現を受け取るための前記少なくとも１つの記憶ノードの出力に結合された少なくとも１つの入力ポートを有し、前記複数の通信ノードのそれぞれが、それぞれディジタル表現の消費者にデータ・ストリームとしてディジタル表現を伝送する複数の出力ポートをさらに有する、複数の通信ノードとを含み、

前記ディジタル表現の前記Ｎ個のデータ・ブロックがＸ個のストライプに区分され、データ・ブロック１、Ｘ＋１、２＊Ｘ＋１、・・・などがＸ個のストライプの第１のストライプに関連づけられ、データ・ブロック２、Ｘ＋２、２＊Ｘ＋２、・・・などがＸ個のストライプの第２のストライプに関連づけられ、以下同様に関連づけられ、前記Ｘ個のストライプのそれぞれが前記複数の大容量記憶ユニットのそれぞれに格納され、

Ｘの値が

Ｘ＝最大（ｒ＊ｎ／ｄ，ｒ＊ｍ／ｄ）

という式によって求められ、式中、ｒがデータ・ストリーム用の公称データ転送速度であり、ｎが公称データ転送速度で同時に出力されるデータ・ストリームの最大数であり、ｄが前記ディスク・データ記憶ユニットの１つの有効出力データ転送速度であり、ｍが前記Ｎ個のデータ・ユニットの少なくとも１つを格納する前記ディスク・データ記憶ユニットのすべてから公称データ転送速度で同時に出力されるデータ・ストリームの最大数であることを特徴とする、メディア・ストリーマ。

【請求項７】前記複数のディスク・データ記憶ユニットがビデオ表示のディジタル表現の１つのコピーを格納し、複数のデータ・ストリームが前記Ｎ個のデータ・ブロックのうちの同一データ・ブロックを同期伝達できるように前記Ｘ個のストライプが読み出されることを特徴とする、請求項６に記載のメディア・ストリーマ。

【請求項８】前記複数のディスク・データ記憶ユニットがビデオ表示のディジタル表現の１つのコピーを格納し、複数のデータ・ストリームが前記Ｎ個のデータ・ブロックのうちの異なるデータ・ブロックを同期伝達できるように前記Ｘ個のストライプが読み出されることを特徴とする、請求項６に記載のメディア・ストリーマ。

【請求項９】前記Ｔ／Ｎの期間の持続時間が約０．２秒

～約２秒の範囲であることを特徴とする、請求項６に記載のメディア・ストリーマ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、マルチメディア・データの送達用のシステムに関し、より具体的には、最小バッファリングで複数の端末に同時にビデオを提供するインタラクティブ・ビデオ・サーバ・システムに関する。

【０００２】

【従来の技術】ムービーやビデオの再生は、現在、かなり古い技術で実施されている。主な記憶媒体は、ＶＨＳレコーダ／プレーヤなどのアナログ・テープであり、テレビ・スタジオや放送局が使用する非常に高品質で高価なＤ１　ＶＴＲにまで及んでいる。この技術には多くの問題がある。このような問題としては、テープの装填に要する人手、機械ユニット、テープ・ヘッド、テープそのものの磨耗や裂き傷、そして費用などがある。放送局を悩ませている重大な制約の１つは、ＶＴＲは一度に連続して１つの機能しか果たせないことである。しかも、各テープ装置は75,000～150,000ドルの費用がかかる。

【０００３】テレビ局は、自局の通常番組に特別なコマーシャルを挿入し、それにより個別の市場として各都市を対象にすることにより、短編映画にすぎないコマーシャルによる増収を望んでいる。これは、テープ技術では困難な作業であり、非常に高価なディジタルＤ１テープ・システムまたはテープ・ロボットでも困難である。

【０００４】マルチメディア・データをエンド・ユーザに送達する従来の方法は、１）放送業界方式と、２）コンピュータ業界方式の２つのカテゴリに分類される。放送業界方式（映画業界、有線放送業界、テレビ放送網業界、レコード業界を含む）では、一般に、アナログまたはディジタル記録のテープの形で記憶装置を用意する。このため、テープを再生すると、放送業界の機材を通してエンド・ユーザまで移動される等時性データ・ストリームが生成される。コンピュータ業界方式では、一般に、ディスクまたはテープが付加されたディスクの形で記憶装置を用意し、ＤＶＩ、ＪＰＥＧ、ＭＰＥＧなどの圧縮されたディジタル形式でデータを記録する。コンピュータは、要求に応じてエンド・ユーザに非等時性データ・ストリームを送達し、エンド・ユーザ側では連続視聴を可能にするために、ハードウェアがデータ・ストリームをバッファリングし、特殊なアプリケーション・コードがそれを平滑化する。

【０００５】従来、ビデオ・テープ・サブシステムは、記憶媒体のコストのためにコンピュータ・ディスク・サブシステムよりコスト的に有利であった。しかし、ビデオ・テープ・サブシステムには、テープ管理、アクセス待ち時間、信頼性が比較的低いという欠点がある。これらの欠点は、リアルタイム・ディジタル圧縮／圧縮解除技法の出現と相まって、コンピュータの記憶装置のコストが低下するにつれてますます重要になっている。

【０００６】コンピュータ・サブシステムは、コスト／パフォーマンスの点で複合的な改良が行われてきたが、一般に「ビデオ・フレンドリー」とは見なされていない。コンピュータは、「非等時性」と呼ばれるインタフェースおよびプロトコルによって、主にワークステーションおよびその他のコンピュータ端末とのインタフェースをとる。マルチメディア・データをエンド・ユーザに円滑に（等時的に）送達するには、従来の通信方法に固有の弱点を克服するためにコンピュータ・システムは特殊なアプリケーション・コードと大型バッファを必要とする。また、コンピュータには、等時性データ・ストリームを処理し、高度の正確さでそれらを切り替えるための、マルチメディア業界の機器との互換性のあるインタフェースが欠けているので、コンピュータはビデオ・フレンドリーではない。

【０００７】ビデオ・データをディジタル形式で圧縮して格納するためにコンピュータの使用を導入することにより、テレビ放送、映画製作、電話回線による「ビデオ・オン・デマンド」、ホテルでの番組有料視聴制などのいくつかの主要産業で変革が始まった。圧縮技術は、圧縮率１００ｘ～１８０ｘでも良好な結果が達成できるほどまで進歩している。このような圧縮率によって、ランダム・アクセス・ディスク技術が先行技術のテープ・システムに代わる魅力的なものになっている。

【０００８】ディジタル・ディスク・データにランダム・アクセスする能力とディスク・システムの非常に高い帯域幅により、システムの必要な機能およびパフォーマンスがディスク技術のパフォーマンス、ハードウェア・コスト、拡張性の範囲内になっている。これまでは、記憶装置のコストのために、ビデオまたはムービーを格納するためにディスク・ファイルを使用することが実際に考慮されることはなかった。そのコストについては、最近、大幅な削減が行われている。

【０００９】ＭＰＥＧ規格を使用した圧縮ビデオ・データを使用する多くの新たに出現した市場では、費用効果の高い方法でビデオ・データを格納できる方法がいくつかある。

【００１０】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、数多くの様々なパフォーマンス要件のパフォーマンス要件に対する階層的解決策を提供し、その結果、市場の要件を満たすようカストマイズ可能なモジュール・システムによる手法を提供する。

【００１１】本発明は、その業界用の従来のインタフェースを介してマルチメディア環境での等時性データ・ストリームの送達を可能にする、「ビデオ・フレンドリー」なコンピュータ・サブシステムを提供する。本発明によるメディア・ストリーマは、等時性データ・ストリ

ームの送達用に最適化されており、ＡＴＭ（非同期転送モード）技術により新しいコンピュータ・ネットワークにデータをストリーミングすることができる。本発明は、システム制御にＶＴＲ（ビデオ・テープ・レコーダ）メタフォを提供しながら、ビデオ・テープの欠点を解消するものである。本発明のシステムは、１～１０００の独立制御のデータ・ストリームをエンド・ユーザに送達するためのスケーラビリティ、単一のデータ・コピーから多くの等時性データ・ストリームを送達できる能力、混合データ転送速度、単純な「オープン・システム」制御インタフェース、自動化制御サポート、記憶階層サポート、送達されたストリーム当たりの低コストなどの特徴を提供する。

【００１２】

【課題を解決するための手段】本発明によるメディア・ストリーマは、少なくとも１つのビデオ表示のディジタル表現を格納するための大容量記憶装置を含む少なくとも１つの記憶ノードを含む。この大容量記憶装置は、複数の大容量記憶ユニットから構成される。少なくとも１つのビデオ表示は、その全体を表示するのに時間Ｔを要し、Ｎ個のデータ・ブロックとして格納される。各データ・ブロックはビデオ表示の約Ｔ／Ｎの期間に対応するデータを格納する。メディア・ストリーマは、それからのビデオ表示のディジタル表現を受け取るために少なくとも１つの記憶ノードの出力に結合された少なくとも１つの入力ポートをそれぞれ有する複数の通信ノードをさらに含む。複数の通信ノードのそれぞれは、複数の出力ポートをさらに含み、そのそれぞれがディジタル表現の消費者にデータ・ストリームとしてディジタル表現を伝送する。

【００１３】本発明の一態様によれば、ディジタル表現のＮ個のデータ・ブロックはＸ個のストライプに区分され、データ・ブロック１、Ｘ＋１、２＊Ｘ＋１、・・・などがＸ個のストライプの第１のストライプに関連づけられ、データ・ブロック２、Ｘ＋２、２＊Ｘ＋２、・・・などがＸ個のストライプの第２のストライプに関連づけられ、以下同様に関連づけられ、Ｘ個のストライプのそれぞれが複数の大容量記憶ユニットのそれぞれに格納される。

【００１４】複数の大容量記憶ユニットは、ビデオ表示のディジタル表現の単一コピーを格納することが好ましい。Ｘ個のストライプは、複数のデータ・ストリームがＮ個のデータ・ブロックのうちの同一ブロックを同期伝達できるように読み出されるか、または複数のデータ・ストリームがＮ個のデータ・ブロックのうちの異なるブロックを同期伝達できるように読み出される。

【００１５】Ｘの値は、以下の式によって求められる。

Ｘ＝最大（ｒ＊ｎ／ｄ，ｒ＊ｍ／ｄ）

ただし、ｒはデータ・ストリーム用の公称データ転送速度、ｎは公称データ転送速度で同期出力されるデータ・ストリームの最大数、ｄは大容量記憶ユニットの１つの有効出力データ転送速度、ｍはＮ個のデータ・ユニットのうちの少なくとも１つに格納するすべての大容量記憶ユニットから公称データ転送速度で同期出力されるデータ・ストリームの最大数である。

【００１６】

【発明の実施の形態】

見出し集

以下の説明は、次の見出しA.～K2.6.に続く説明に従う。

A. 一般アーキテクチャ
B. 等時性送達用のディジタル圧縮ビデオ・データの階層管理
B1. テープ記憶装置
B2. ディスク記憶システム
B3. キャッシュからのムービー
C. メディア・ストリーマ・データ・フロー・アーキテクチャ
C1. 制御ノード１８の機能
C2. 通信ノード１４
C3. 記憶ノード１６
C4. 適時スケジューリング
C5. 再生アクションの詳細
D. メディア・ストリーマへのユーザ・インタフェースとアプリケーション・インタフェース
D1. ユーザ通信
D1.1. コマンド行インタフェース
D1.2. グラフィカル・ユーザ・インタフェース
D2. ユーザ機能
D2.1. インポート／エクスポート
D2.2. ＶＣＲ状の再生制御
D2.3. 拡張ユーザ制御
D3. アプリケーション・プログラム・インタフェース
D4. クライアント／メディア・ストリーマ間通信
D4.1. クライアント制御システム１１
D4.2. メディア・ストリーマ１０
E. ビデオ送達用のメディア・ストリーマのメモリ構成と最適化
E1. 先行技術のキャッシュ管理
E2. ビデオ最適化キャッシュ管理
E2.1. ストリーム間でのセグメント・サイズ・キャッシュ・バッファの共用
E2.2. 予測キャッシュ
E2.3. キャッシュを最適化するためのストリームの同期化
F. ビデオ最適化ディジタル・メモリ割振り
F1. メモリ割振り用のコマンド
F2. アプリケーション・プログラム・インタフェース
G. ビデオ・アプリケーション用に最適化したディスク・ドライブ

H.　ビデオ・データ用のデータ・ストライプ
I.　メディア・ストリーマのデータ転送と変換手順
I1.　スイッチ１８へのビデオ送達用の動的帯域幅割振り
J.　通信アダプタによる等時性ビデオ・データ送達
J1.　圧縮済みのＭＰＥＧ－１、１＋、ＭＰＥＧ－２ディジタル・データ形式から業界標準テレビ形式（ＮＴＳＣまたはＰＡＬ）へのビデオ・イメージとムービーの変換
K.　ＳＣＳＩ装置へのディジタル・ビデオの伝送
K1.　ＳＣＳＩレベルのコマンドの説明
K2.　バッファ管理
K2.1.　バッファ選択および位置
K2.2.　自動モード
K2.3.　手動モード
K2.4.　エラー管理
K2.5.　エラー回復
K2.6.　自動再試行

【００１７】用語集

以下の説明では、ここに示す複数の用語を使用する。

ＡＡＬ－５　ＡＴＭ適応層－５：　データ伝送に適したＡＴＭサービスのクラスを意味する。

ＡＴＭ　非同期転送モード：　ローカル・エリア・ネットワークまたは広域ネットワークあるいはその両方で使用可能な高速切替え転送技術。データとビデオ／オーディオの両方を伝達するように設計されている。

Betacam　専門家向け品質のアナログ・ビデオ形式。

ＣＣＩＲ　６０１　ディジタル・テレビ用の標準解像度。輝度が７２０×８４０（ＮＴＳＣ用）または７２０×５７６（ＰＡＬ用）で、クロミナンスの水平サブサンプリング比が２：１。

ＣＰＵ　中央演算処理装置：　コンピュータ・アーキテクチャでは、コンピュータ命令を処理する主エンティティ。

ＣＲＣ　巡回冗長検査。データ・エラー検出方式。

Ｄ１　ＣＣＩＲ　６０１に適合するビデオ記録形式。１９mmのビデオ・テープ上に記録する。

Ｄ２　ＳＭＰＴＥ　２４４Ｍに適合するディジタル・ビデオ記録形式。１９mmのビデオ・テープ上に記録する。

Ｄ３　ＳＭＰＴＥ　２４４Ｍに適合するディジタル・ビデオ記録形式。１／２インチ・ビデオ・テープ上に記録する。

ＤＡＳＤ　直接アクセス記憶装置：　オンライン・データ記憶装置またはＣＤ－ＲＯＭプレーヤのうち、アドレス指定可能なものはすべてＤＡＳＤである。磁気ディスク・ドライブと同義に使用する。

ＤＭＡ　直接メモリ・アクセス：　コンピュータ・アーキテクチャ内でデータを移動させる方法の１つで、ＣＰＵがデータを移動させる必要がないもの。

ＤＶＩ　比較的低品質のディジタル・ビデオ圧縮形式で、通常、ＣＤ－ＲＯＭディスクからのビデオをコンピュータ画面に再生する場合に使用するもの。

Ｅ１　ヨーロッパでＴ１に相当するもの。

ＦＩＦＯ　先入れ先出し法：　先着順サービスで動作する待ち行列処理方法。

GenLock　別のビデオ信号への同期化の処理を意味する。ビデオをコンピュータで取り込む場合、ディジタル化処理をビデオ信号の走査パラメータと同期させることが必要である。

Ｉ／Ｏ入出力　入力／出力。

Ｉｓｏｃｈｒｏｎｏｕｓ等時性　時間に敏感で、（好ましくは）割込みなしで送信される情報を記述するのに使用する用語。リアルタイムで送信されるビデオ・データとオーディオ・データは等時性である。

ＪＰＥＧ　国際標準化機構の後援を受ける作業委員会の１つで、コンピュータ・システムで使用する静止画像のディジタル圧縮の国際標準案を定義しているもの。

ＫＢ　キロバイト：　１０２４バイト。

ＬＡＮ　ローカル・エリア・ネットワーク：　約１マイル以下の間隔を置いた端末、コンピュータ、周辺装置を相互接続する対撚り線、同軸ケーブル、光ファイバ・ケーブルによる高速伝送。

ＬＲＵ　最低使用頻度。

ＭＰＥＧ　国際標準化機構の後援を受ける作業委員会の１つで、動画／オーディオのディジタル圧縮／圧縮解除の標準を定義しているもの。ＭＰＥＧ－１は、初期標準で現在使用されている。ＭＰＥＧ－２は、次の標準になるもので、ディジタルでフレキシブルのスケーラブル・ビデオ転送をサポートする。これは、複数の解像度、ビット転送速度、送達機構に及ぶ。

ＭＰＥＧ－１、ＭＰＥＧ－２　ＭＰＥＧを参照。

ＭＲＵ　最高使用頻度。

ＭＴＮＵ　次の使用までの最大時間。

ＮＴＳＣ形式　米国テレビ放送規格審議会：　米国および日本で標準のカラー・テレビ形式。

ＰＡＬ形式　走査線ごと位相反転：　フランス以外のヨーロッパで標準のカラー・テレビ形式。

ＰＣ　パーソナル・コンピュータ：　家庭または業務用に使用できる比較的低コストのコンピュータ。

ＲＡＩＤ　低価格ディスクの冗長アレイ：　帯域幅出力を増し、冗長バックアップを行うためにタンデム形式で機能する複数の磁気ディスクまたは光ディスクを使用する、記憶装置構成。

ＳＣＳＩ　小型計算機システム・インタフェース：　周辺装置とその制御装置をコンピュータに接続するための業界標準。

ＳＩＦ　ソース入力形式：　ＣＣＩＲ　６０１の解像度の１／４。

ＳＭＰＴＥ　全米映画テレビ技術者協会。

ＳＳＡ　直列記憶アーキテクチャ：　周辺装置とその制御装置をコンピュータに接続するための標準。ＳＣＳＩに代わる可能性のあるもの。
Ｔ１　１．５４４Ｍｂ／秒のビット転送速度を持つ、電話網へのディジタル・インタフェース。
ＴＣＰ／ＩＰ　伝送制御プロトコル／インターネット・プロトコル：　ネットワーク間で異なるコンピュータをリンクするために米国国防総省が開発した１組のプロトコル。
ＶＨＳ　垂直ヘリカル走査：　磁気テープにアナログ・ビデオを記録するための一般的な形式。
ＶＴＲ　ビデオ・テープ・レコーダ：　磁気テープにビデオを記録するための装置。
ＶＣＲ　ビデオ・カセット・レコーダ：　ＶＴＲと同じ。
【００１８】Ａ．　一般アーキテクチャ
ビデオ最適化ストリーム・サーバ・システム１０（以下、メディア・ストリーマと呼ぶ）を図１に示すが、これは、スケーラビリティ、高可用性、構成のフレキシビリティを提供するために４つのアーキテクチャ上個別の構成要素を含む。主な構成要素は以下の通りである。
１）　低待ち時間スイッチ１２：　通信ノード１４、１つまたは複数の記憶ノード１６および１７、１つまたは複数の制御ノード１８間でデータおよび制御情報を送達するという主要タスクを有するハードウェア／マイクロコード構成要素。
２）　通信ノード１４：　ＮＴＳＣ、ＰＡＬ、Ｄ１、Ｄ２など、通常、放送業界にはなじみの外部定義インタフェースを介して「再生」（等時的にデータを送達すること）または「記録」（等時的にデータを受け取ること）を可能にするという主要タスクを有するハードウェア／マイクロコード構成要素。このディジタル／ビデオ・インタフェースは、それぞれの通信ノード１４の出力に接続された複数のビデオ・ポート１５に収容されたビデオ・カードで実現される。
３）　記憶ノード１６、１７：　ディスクなどの記憶媒体とそれに関連する記憶装置可用性オプションを管理するという主要タスクを有するハードウェア／マイクロコード構成要素。
４）　制御ノード１８：　コンピュータ業界になじみの外部定義サブシステム・インタフェースからの制御コマンドを受け取って実行するという主要タスクを有するハードウェア／マイクロコード構成要素。
【００１９】６４ノード・インプリメンテーションによる典型的なメディア・ストリーマは、低待ち時間スイッチ１２によって相互接続された３１個の通信ノードと、３１個の記憶ノードと、２つの制御ノードとを含む可能性がある。より小型のシステムは、スイッチを含まず、通信、記憶、制御の各種機能をサポートする単一ハードウェア・ノードを含む可能性がある。このメディア・ストリーマ１０の設計により、小型システムが顧客の導入先で大型システムに成長することができる。どの構成でもメディア・ストリーマ１０の機能上の可能性は、送達されるストリームの数と格納されるマルチメディア時間の数を除けば、同じ状態に維持することができる。
【００２０】図２には、低待ち時間スイッチ１２の詳細を示す。複数の回路スイッチ・チップ（図示せず）がクロスバー・スイッチ・カード２０上で相互接続され、このスイッチ・カード２０がプレーナ・ボード（概略を示す）を介して相互接続されている。プレーナと単一カード２０は、１６個のノード・ポートを備えた低待ち時間クロスバー・スイッチを構成する。追加のノード・ポートと、必要であれば、高可用性を実現するための活動冗長ノード・ポートを構成するために、追加のカード２０を追加することができる。低待ち時間スイッチ１２の各ポートにより、たとえば、２５メガバイト／秒の全二重通信チャネルが得られる。
【００２１】情報は、パケットに入れてスイッチ１２を介して転送される。各パケットには、それぞれのスイッチ・チップ内の個々のクロスバー・スイッチ点の切替え状態を制御するヘッダ部分が含まれる。制御ノード１８は、残りのノード（記憶ノード１６、１７と通信ノード１４）に対して、低待ち時間スイッチ１２による対等動作を可能にするために必要な情報を提供する。
【００２２】図３には、テープ記憶ノード１７の内部の詳細を示す。以下に説明するように、テープ記憶ノード１７は、ビデオ表示のディジタル表現を格納するための大容量記憶機構を提供する。
【００２３】本明細書で使用するビデオ表示は、表示または処理あるいはその両方に適した１つまたは複数の画像を含むことができる。また、ビデオ表示はオーディオ部分を含むこともできる。１つまたは複数の画像は、フィルム、ムービー、またはアニメーション・シーケンスの順次フレームのように論理的に関連していてもよい。本来、画像は、カメラ、ディジタル・コンピュータ、カメラとディジタル・コンピュータの組合せによって生成することができる。オーディオ部分は、連続画像の表示と同期させることができる。本明細書で使用するビデオ表示のデータ表現は、１つまたは複数の画像とおそらくオーディオとを表現するために適したディジタル・データ形式にすることができる。このディジタル・データは符号化または圧縮あるいはその両方を行うことができる。
【００２４】もう一度図３を参照すると、テープ記憶ノード１７は、テープ・ライブラリ２６内に収容された複数のテープ・レコードへのアクセスを可能にするテープ・ライブラリ制御装置インタフェース２４を含む。もう１つのインタフェース２８は、ＳＣＳＩバス相互接続により他のテープ・ライブラリへのアクセスを可能にする。内部システム・メモリ３０は、いずれかのインタフ

ェース２４または２８から、またはＤＭＡデータ転送経路３２を介して受け取ったビデオ・データのバッファリングを可能にする。システム・メモリ・ブロック３０は、テープ・ライブラリおよびファイル管理アクション用のソフトウェア３６を含む、ＰＣ３４の一部であってもよい。スイッチ・インタフェースおよびバッファ・モジュール３８（ディスク記憶ノード１６、通信ノード１４、および制御ノード１８でも使用する）は、テープ記憶ノード１７と低待ち時間スイッチ１２との間の相互接続を可能にする。すなわち、モジュール３８は、データ転送をパケットに区分化することと、スイッチ１２がパケットを経路指定するのに使用するヘッダ部分をそのパケットに追加することを担当する。スイッチ１２からパケットを受け取ると、モジュール３８は、ローカル・バッファリングまたはその他の方法で受け取ったデータを処理する前に、ヘッダ部分を剥ぎ取ることを担当する。

【００２５】テープ・ライブラリ２６からのビデオ・データは、最初のバッファリング・アクションでシステム・メモリ３０に入力される。次に、制御ノード１８からの初期指示に応答して、ビデオ・データが低待ち時間スイッチ１２を介してディスク記憶ノード１６に経路指定され、必要なときにほぼ即時にアクセスできるように備える。

【００２６】図４には、ディスク記憶ノード１６の内部の詳細を示す。各ディスク記憶ノード１６は、ＲＡＩＤバッファ・ビデオ・キャッシュおよび記憶インタフェース・モジュール４２との間のデータ転送を可能にする、スイッチ・インタフェースおよびバッファ・モジュール４０を含む。インタフェース４２は、受け取ったビデオ・データを複数のディスク４５上に渡し、疑似ＲＡＩＤ式にディスク間にデータを分散する。ＲＡＩＤメモリ記憶の詳細は、先行技術では既知であり、"A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)" (Patterson他著、ACMSIGMOD Conference, Chicago, IL、１９８８年6月1～3日、１０９～１１６ページ）に記載されている。

【００２７】ディスク記憶ノード１６は、記憶ノード制御、ビデオ・ファイルおよびディスク制御、ディスク４５上に格納されるデータのＲＡＩＤマッピングをそれぞれ行う、ソフトウェア・モジュール４６および４８を含む内部ＰＣ４４をさらに有する。本質的に、各ディスク記憶ノード１６は、テープ記憶ノード１７より即時レベルの高いビデオ・データ可用性を提供する。さらに各ディスク記憶ノード１６は、そのための要求を受け取ったときに、さらに高速のビデオ・データの可用性を提供するように、スイッチ・インタフェースおよびバッファ・モジュール４０の半導体メモリ内にビデオ・データを（キャッシュ式に）バッファリングできるようになっている。

【００２８】一般に記憶ノードは、大容量記憶ユニット（または大容量記憶ユニットへのインタフェース）と、その大容量記憶ユニットから読み取るかまたはそれに書き込むデータをローカルにバッファリングする能力とを含む。この記憶ノードは、１つまたは複数のテープ・ドライブまたはディスク・ドライブあるいはその両方の形で順次アクセス大容量記憶装置を含むことができ、ランダム・アクセス式にアクセスされる１つまたは複数のディスク・ドライブまたは半導体メモリあるいはその両方などのランダム・アクセス記憶装置を含むこともできる。

【００２９】図５には、通信ノード１４の内部構成要素のブロック図を示す。前述の各ノードと同様、通信ノード１４は、前述のように低待ち時間スイッチ１２による通信を可能にするスイッチ・インタフェースおよびバッファ・モジュール５０を含む。ビデオ・データは、ユーザ端末（図示せず）に転送するためにスイッチ・インタフェースおよびバッファ・モジュール５０とストリーム・バッファおよび通信インタフェース５２との間で直接転送される。ＰＣ５４は、通信ノード制御（たとえば、ストリーム開始／停止アクション）をそれぞれ提供し、その後の等時性データ・ストリームの生成を可能にする、ソフトウェア・モジュール５６および５８を含む。ストリーム・バッファおよび通信インタフェース５２への追加入力６０により、出力データのフレーム同期が可能になる。そのデータは自動化制御装置６２から受け取られ、この制御装置は、ストリーム・サーバの全体的な動作制御を実施するシステム制御装置６４によって制御される（図１を参照）。システム制御装置６４は、ユーザ制御セット・トップ・ボックス６５からの入力に応答して、メディア・ストリーマ１０が要求されたビデオ表示にアクセスできるようにするコマンドを生成させる。さらにシステム制御装置６４には、ユーザがハード・ボタンまたはソフト・ボタンなどによりコマンドやその他のデータを入力して、ビデオ表示の識別、ビデオ表示のスケジューリング、ビデオ表示の再生の制御を可能にする、ユーザ・インタフェースおよび表示機構６６が設けられている。

【００３０】各制御ノード１８は、１つのＰＣとして構成され、低待ち時間スイッチ１２とのインタフェースをとるためのスイッチ・インタフェース・モジュールを含む。各制御ノード１８は、システム制御装置６４からの入力に応答して通信ノード１４および記憶ノード１６、１７に情報を提供し、低待ち時間スイッチ１２によって所望の相互接続を作成できるようにする。さらに、制御ノード１８は、１つまたは複数のディスク記憶ノード１６からの要求ビデオ・データのステージングと、ストリーム送達インタフェースによるユーザ表示端末へのビデオ・データの送達を可能にするためのソフトウェアを含む。さらに制御ノード１８は、低待ち時間スイッチ１２を介して送られるコマンドにより、ディスク記憶ノード

１６とテープ記憶ノード１７の両方の動作を制御する。

【００３１】メディア・ストリーマは、図１に示す３つの設計済み外部インタフェースを有する。この外部インタフェースは以下の通りである。

１）制御インタフェース：　ＴＣＰ／ＩＰプロトコルを実行するオープン・システム・インタフェース（イーサネットＬＡＮ、トークンリングＬＡＮ、シリアル・ポート、モデムなど）。

２）ストリーム送達インタフェース：　データ・ストリームの送達用に設計された数種類の業界標準インタフェースの１つ（ＮＴＳＣ、Ｄ１など）。

３）自動化制御インタフェース：　ストリーム出力を正確に同期化するための業界標準制御インタフェースの集合（GenLock、BlackBurst、ＳＭＰＴＥクロックなど）。

【００３２】アプリケーション・コマンドは、制御インタフェースによりメディア・ストリーマ１０に出される。データ・ロード・コマンドが出されると、制御ノードは着信データ・ファイルを複数のセグメント（すなわち、データ・ブロック）に分解し、１つまたは複数の記憶ノード間にそれを分散する。データ密度とそのデータの同時ユーザのユーザの数は記憶ノード１６、１７上のデータの位置に影響する。密度または同時ユーザ数あるいはその両方を増やすことは、容量および帯域幅のためにより多くの記憶ノードを使用することを意味する。

【００３３】エンド・ユーザへのデータのストリーミングを開始するために制御インタフェースによりコマンドが出されると、制御ノード１８は適切な通信ノード１４を選択して活動化し、記憶ノード１６、１７上のデータ・ファイル・セグメントの位置を示す制御情報をそれに渡す。通信ノード１４は、関与する必要がある記憶ノード１６、１７を活動化し、低待ち時間スイッチ１２により送られるコマンド・パケットを介してこれらのノードとの通信を開始し、データの移動を開始する。

【００３４】データは、低待ち時間スイッチ１２と「適時」スケジューリング・アルゴリズムによりディスク記憶ノード１６と通信ノード１４との間で移動される。スケジューリングとデータ・フロー制御に使用される技法については、以下に詳述する。通信ノード・インタフェース１４から送出されるデータ・ストリームは、単一の通信ノード・ストリームが各ディスク記憶ノード１６の容量および帯域幅の一部を使用するように、ディスク記憶ノード１６にまたはそのノードから多重化される。このため、多くの通信ノード１４がディスク記憶ノード１６上の同一または異なるデータへのアクセスを多重化することができる。たとえば、メディア・ストリーマ１０は、個別に制御された１５００個のエンド・ユーザ・ストリームを通信ノード１４のプールから提供することができ、各通信ノードは複数のディスク記憶ノード１６間に分散した単一のマルチメディア・ファイルへのアクセスを多重化している。この能力は「複数ストリーム単一コピー」と呼ばれる。

【００３５】制御インタフェースを介して受け取られるコマンドは２つの別個のカテゴリで実行される。データを管理するがストリーム制御には直接関連しないものは、「低優先順位」で実行される。これにより、エンド・ユーザへのデータ・ストリームの送達を妨げずに、アプリケーションが新しいデータをメディア・ストリーマ１０にロードすることができる。ストリームの送達（すなわち、出力）に影響しないコマンドは、「高優先順位」で実行される。

【００３６】制御インタフェース・コマンドを図６に示す。メディア・ストリーマ１０にデータをロードし管理するための低優先順位データ管理コマンドとしては、VS-CREATE、VS-OPEN、VS-READ、VS-WRITE、VS-GET_POSITION、VS-SET_POSITION、VS-CLOSE、VS-RENAME、VS-DELETE、VS-GET_ATTRIBUTES、VS-GET_NAMESがある。

【００３７】ストリーム出力を開始して管理するための高優先順位ストリーム制御コマンドとしては、VS-CONNECT、VS-PLAY、VS-RECORD、VS-SEEK、VS-PAUSE、VS-STOP、VS-DISCONNECTがある。制御ノード１８は、ストリーム制御コマンドを監視して、要求を確実に実行できるようにする。制御ノード１８内のこの「承認制御」機構は、メディア・ストリーマ１０の能力を超えたときにストリームを開始する要求を拒否することができる。これは、以下のような状況で発生する可能性がある。

１）何らかの構成要素がシステム内で障害を起こし、最大動作を妨げる場合

２）（VS-CREATEコマンドのパラメータによって指定された）データ・ファイルへの同時ストリームの指定数を超えた場合

３）導入構成によって指定された、システムからの同時ストリームの指定数を超えた場合。

【００３８】通信ノード１４は、それぞれが潜在的に異なる帯域幅（ストリーム）能力と物理定義を備えた異種グループとして管理される。VS-CONNECTコマンドは、通信ノード１４とその関連帯域幅の一部または全部を割り振って、等時データ・ストリーム送達を可能にするように、メディア・ストリーマ１０に指示するものである。たとえば、メディア・ストリーマ１０は、２７０Ｍビット／秒で通信ノード１４を介して未圧縮データ・ストリームを再生しながら、他の通信ノード１４でそれよりかなり低いデータ転送速度（通常、１～１６Ｍビット／秒）で圧縮済みデータ・ストリームを同時に再生することができる。

【００３９】記憶ノード１６、１７は、それぞれが潜在的に異なる帯域幅（ストリーム）能力と物理定義を備えた異種グループとして管理される。VS-CREATEコマンドは、マルチメディア・ファイルとその関連メタデータ用として１つまたは複数の記憶ノード１６、１７内の記憶

域を割り振るように、メディア・ストリーマ１０に指示するものである。VS-CREATEコマンドは、ストリーム密度と、必要な同時ユーザの最大数の両方を指定する。

【００４０】VS-CONNECT_LIST、VS-PLAY_AT_SIGNAL、VS-RECORD_AT_SIGNALという３つの追加コマンドは、放送業界の自動化制御システムをサポートする。VS-CONNECT_LISTでは、アプリケーションは一連の再生コマンドをサブシステムへの単一コマンドに指定することができる。メディア・ストリーマ１０は、それぞれの再生コマンドが制御インタフェースを介して出された場合と同じようにそのコマンドを実行するが、１つのストリームの送達から次のストリームの送達への移行はシームレスに行われる。シーケンス例は以下の通りである。

１）制御ノード１８は、FILE1、FILE2、FILE3の全部または一部を連続再生することを示す再生サブコマンドとともにVS-CONNECT_LISTコマンドを受け取る。制御ノード１８は、ファイルの最大データ転送速度を判定し、通信ノード１４上のその資源を割り振る。割り振られた通信ノード１４は、詳細な再生リストが与えられ、等時ストリームの送達を開始する。

２）FILE1の送達終了間近に、通信ノード１４はFILE2の送達を開始するが、ノードの出力ポートへの送達は可能にしない。FILE1が完了するかまたは自動化制御インタフェースからの信号が発生すると、通信ノード１４は出力ポートを第１のストリームから第２のストリームに切り替える。これは、１／３０秒内または１標準ビデオ・フレーム時間内に行われる。

３）通信ノード１４は、FILE1に関連する資源の割振りを解除する。

【００４１】VS-PLAY_AT_SIGNALおよびVS-RECORD_AT_SIGNALでは、外部の自動化制御インタフェースからの信号により、ビデオ・フレーム境界に応じた正確さの再生および記録動作のためにデータ転送を可能にすることができる。前述の例では、VS-CONNECT_LISTは、外部の自動化制御インタフェース信号に基づいてFILE1からFILE2への移行を可能にするPLAY_AT_SIGNALサブコマンドを含む。このサブコマンドがVS-PLAYの場合は、FILE1転送が完了した場合のみ、移行が行われるはずである。

【００４２】メディア・ストリーマ１０が実行するその他のコマンドは、記憶階層を管理する能力を提供する。このようなコマンドとしては、VS-DUMP、VS-RESTORE、VS-SEND、VS-RECEIVE、VS-RECEIVE_AND_PLAYがある。それぞれのコマンドにより、１つまたは複数のマルチメディア・ファイルが記憶ノード１６と２つの外部定義階層エンティティとの間で移動する。

１）VS-DUMPおよびVS-RESTOREは、ディスク記憶ノード１６と、制御ノード１８がアクセス可能なテープ記憶ユニット１７との間のデータの移動を可能にする。データ移動は、制御アプリケーションによって開始するか、または制御ノード１８によって自動的に開始することができる。

２）VS-SENDおよびVS-RECEIVEは、マルチメディア・ファイルを別のメディア・ストリーマに送信する方法を提供する。任意で受信側のメディア・ストリーマは、ファイル全体を待たずに事前割振りされた通信ノードへの着信ファイルを直ちに再生することができる。

【００４３】メディア・ストリーマ・アーキテクチャに定義されたモジュール設計および機能セットに加え、コストを大幅に低減するために、等時データ転送用にデータ・フローが最適化される。特に、次のようになる。

１）低待ち時間スイッチの帯域幅が接続されたノードの帯域幅を超え、ノード間の通信がほぼ非ブロック化になる。

２）プロセッサ・メモリへのデータ移動が回避され、より多くの帯域幅が提供される。

３）データの処理が回避され、高価な処理ユニットが解消される。

４）データ移動が慎重にスケジューリングされ、大規模なデータ・キャッシュが回避される。

【００４４】従来のコンピュータでは、メディア・ストリーマ１０は、低待ち時間スイッチ１２を介してアダプタ間の対等データ移動を実行する能力を備えた相互接続アダプタからなるシステムとして機能する。低待ち時間スイッチ１２は、データ記憶域にアクセスすることができ、「ホスト・コンピュータ」の介入なしであるアダプタのメモリから別のアダプタのメモリにデータ・セグメントを移動する。

【００４５】B.　等時性送達用のディジタル圧縮ビデオ・データの階層管理

メディア・ストリーマ１０は、階層記憶素子を提供する。これは、非常に小さいビデオ・システムから非常に大きいシステムまでのスケーラビリティを可能にする設計を示す。また、ビデオ・オン・デマンド、準ビデオ・オン・デマンド、コマーシャル挿入、高品質未圧縮ビデオ記憶、取込み、再生の各種機能を満足するのに必要な様々な要件に適応させるため、記憶管理のフレキシビリティを提供する。

【００４６】B1.　テープ記憶装置

メディア・ストリーマ１０では、高性能ディジタル・テープからディスクにビデオ表示が移動され、エンド・ユーザが必要とするかなり低いデータ転送速度で再生される。このため、ディスク・サブシステムには最小量のビデオ時間が格納される。システムが「準ビデオ・オン・デマンド」である場合は、一度に各ムービーの５分程度だけがディスク記憶装置に入っていればよい。これには、典型的な２時間ムービーの場合にそれぞれ５分のセグメントが２２個だけ必要になる。その結果、ビデオ表示に必要な総ディスク記憶容量が削減される。というのは、ビデオ表示のすべてが一度にディスク・ファイルに保管されるわけではないからである。ディスク・ファイ

ルには、ビデオ表示のうち、再生されている部分だけが存在すればよい。

【００４７】すなわち、ビデオ表示がその全体を表示するのに時間Ｔを必要とし、Ｎ個のデータ・ブロックを有するディジタル表現として格納される場合、各データ・ブロックは、ビデオ表示の約Ｔ／Ｎの期間に対応する部分を格納する。Ｎ個のデータ・ブロックの最後のデータ・ブロックは、Ｔ／Ｎの期間未満を格納する場合もある。

【００４８】システムに対する要求が高まり、ストリーム数が増えるにつれて、統計平均としては、ビデオ・ストリーム要求の約２５％が同一ムービー用となるが、その時間間隔は様々なサブセカンド時間間隔になり、視聴者の分布は、このようなサブセカンド要求の５０％以上が１５個のムービー・セグメントからなるグループの範囲に入るようなものになる。

【００４９】本発明の一態様は、この要求を満足する最も適切な技術を使用することである。ランダム・アクセス・カートリッジ・ローダ（ＩＢＭ社製など）は、テープ当たりの記憶容量が高く、ドロワ当たり１００本のテープを機械ロボット式にロードし、ドロワ当たり最高２つのテープ・ドライブを有する、ディジタル・テープ・システムである。その結果、ムービー・オン・デマンド・システムに有効なテープ・ライブラリになる。しかし、本発明は、ムービーの大容量記憶を行うための非常に低コストのディジタル・テープ記憶ライブラリ・システムも可能にし、さらに低需要ムービーをテープから速度一致バッファならびにビデオ圧縮解除および分散チャネルへ直接再生することも可能になる。

【００５０】階層テープ記憶をビデオ・システムに結合することによるもう１つの利点は、ディスクが動作不能になった場合にディスクに格納されているムービーを高速バックアップできる点である。典型的なシステムは、１つのディスク・ユニットが故障した場合にムービーをテープから再ロードできるように「予備」ディスクを管理する。これは、通常、ＲＡＩＤまたはＲＡＩＤ状システムと組み合わされるはずである。

【００５１】B2.　ディスク記憶システム

ビデオ・ストリームに対する需要がより高レベルまで高まると、ディスクにムービー全体を格納し、テープからディスクへビデオ・データを連続移動するのに必要なシステム・パフォーマンス・オーバヘッドを節約することがより有効になる。ライブラリ内のムービーの通常の数は一度に再生される数を１０ｘ～１００ｘ上回るので、典型的なシステムは、テープに格納されるムービーのライブラリを収容することになる。ユーザが特定のムービーを要求すると、そのムービーのセグメントがディスク記憶ノード１６にロードされ、そこから開始される。

【００５２】同じムービーを見たいと思っているユーザが多数いる場合は、そのムービーをディスクに保管すると有益である。このようなムービーは通常、今週の「ホット」ムービーであり、ピーク視聴時間帯前にテープからディスクに事前ロードされる。これは、ピーク時間帯中のシステムの作業付加を低減する傾向がある。

【００５３】B3.　キャッシュからのムービー

「ホット」ムービーの需要が高まるにつれて、メディア・ストリーマ１０は、ＭＲＵベースのアルゴリズムにより、主要ムービーをキャッシュに移動させることを決定する。これには、相当なキャッシュ・メモリが必要であるが、コストと活動ストリーム数との比率に関しては、キャッシュからサポート可能な量が多いと、メディア・ストリーマ１０の総コストが低下する。

【００５４】ビデオ・データの性質と、どのビデオが再生中で、次にどのデータが必要になり、どのくらいの長さ必要になるかをいつもシステムが事前に把握していることから、キャッシュ、内部バッファ、ディスク記憶装置、テープ・ローダ、バス・パフォーマンスなどの使用を最適化するための方法が使用される。

【００５５】すべての記憶媒体間の内容の配置と分散を制御するアルゴリズムにより、広範囲の必要帯域幅への等時データの送達が可能になる。等時データの送達はほぼ１００％予測可能なので、個のアルゴリズムは、ユーザがアクセスするデータのキャッシュが必ずしも予測可能ではない、コンピュータ業界の他の部分用の従来のアルゴリズムとは非常に異なったものになる。

【００５６】C.　メディア・ストリーマ・データ・フロー・アーキテクチャ

前述のように、メディア・ストリーマ１０は、ＴＶセットや、ＬＡＮ、ＡＴＭなどのネットワークを介して接続されたセット・トップ・ボックスなどの様々な出力にビデオ・ストリームを送達する。記憶容量と同時ストリーム数の要件を満たすため、複数の記憶ノードおよび通信ノードから構成される分散アーキテクチャが好ましい。データは、記憶ノード１６、１７上に格納され、通信ノードによって送達される。通信ノード１４は、適切な記憶ノード１６、１７からデータを獲得する。制御ノード１８は単一のシステム・イメージを外界に提供する。これらのノードはクロス接続の低待ち時間スイッチ１２によって接続される。

【００５７】データ転送速度と送達されるデータは、各ストリームごとに予測可能である。本発明では、資源を完全利用し、各ストリームのデータが必要なときにあらゆる段階で使用可能になるようにするデータ・フロー・アーキテクチャを構築するために、この予測可能性を利用する。

【００５８】記憶ノード１６、１７と通信ノード１４との間のデータ・フローは、幾通りかに設定することができる。

【００５９】一般に通信ノード１４は、複数ストリームの送達を担当する。これは、各ストリームのデータにつ

いて未解決の要求を持っている可能性があり、必要なデータは様々な記憶ノード１６、１７から渡される可能性がある。様々な記憶ノードが同一通信ノードへのデータ送信を同時に試みた場合は、１つの記憶ノードだけがデータを送信できるはずであり、残りの記憶ノードはブロックされるはずである。このブロックにより、これらの記憶ノードがデータ送信を再試行し、スイッチ利用を低下させ、記憶ノードから通信ノードにデータを送信するのに必要な時間に大幅な変動が生じるはずである。本発明では、異なる記憶ノード１６、１７間でも通信ノード１４の入力ポートの競合が発生しない。

【００６０】必要なバッファリングの量は次のように決定することができる。まず、通信ノード１４が記憶ノード１６、１７に要求を送ってデータを受け取るのに必要な平均時間を決定する。この時間は、記憶ノードに要求を送る時間と応答を受け取る時間を、記憶ノードが要求を処理するのに要する時間に加算することによって決定される。次に記憶ノードは、ディスクからデータを読み取るのに必要な平均時間と要求の処理に関連する遅延とを加算することによって、要求を処理するのに必要な平均時間を決定する。これは、要求を処理する際の待ち時間である。必要なバッファリングの量は、ストリーム・データ転送速度でこの待ち時間を補うのに必要なメモリ記憶域である。以下に記載する解決策は、待ち時間を低減し、その結果、必要な資源を低減するために、メディア・ストリーマ環境の特殊な条件を利用する。前の段階からのデータに関する要求の予測とともに、（たとえば、記憶ノードおよび通信ノード内で）データのあらゆる段階で適時スケジューリング・アルゴリズムを使用することによって、この待ち時間が低減される。

【００６１】通信ノード１４の入力ポートに対する記憶ノード１６、１７の競合は、以下の２つの基準を使用することによって解消される。

１）記憶ノード１６、１７は、特定の要求を受け取ったときに通信ノード１４にデータを送信する。

２）所与の通信ノード１４は、通信ノード１４が送達するストリームの数とは無関係に、通信ノード１４からデータを受け取るための１つの要求だけがいつでも未解決になるように、記憶ノードから読み取るデータに関するすべての要求を逐次化する。

【００６２】前述のように、待ち時間の低減はあらゆる段階での適時スケジューリング・アルゴリズムに依存する。その基本原理は、ストリームのデータ・フローのあらゆる段階で、そのデータに関する要求が到達したときにそのデータが使用可能になるというものである。これにより、要求を送信し、データ転送を実行するのに必要な時間まで待ち時間が低減される。したがって、制御ノード１８が特定のストリーム用のデータに関する要求を記憶ノード１６に送信すると、記憶ノード１６はほとんど直ちにその要求に応答することができる。この特性は、前述の競合問題の解決策にとって重要なものである。

【００６３】メディア・ストリーマ環境では、データへのアクセスは順次アクセスであり、ストリームのデータ転送速度は予測可能なので、記憶ノード１６は、特定のストリームのデータに対する次の要求がいつ予想されるかを予測することができる。要求に応答して供給されるデータのＩＤも分かっている。記憶ノード１６は、データが格納されている場所と、残りのストリームに関して予想される要求も把握している。

【００６４】この情報と、ディスクからの読取り要求を処理するための予想時間とが与えられると、通信ノード１４からの要求が到着する直前にそのデータが使用可能になるように、記憶ノード１６が読取り動作をスケジューリングする。たとえば、ストリーム・データ転送速度が２５０ＫＢ／秒で、記憶ノード１６が１つのビデオの４セグメントおきに格納している場合、そのストリーム用のデータに関する要求は４秒おきに到着することになる。（読取り要求が５００ｍ秒で完了するという必須の確信度で）読取り要求を処理するための時間が５００ｍ秒の場合、その要求は、通信ノード１４からの要求の予測受取りより少なくとも５００ｍ秒前にスケジューリングされる。

【００６５】C1.　制御ノード１８の機能

制御ノード１８の機能は、メディア・ストリーマ１０と外界とのインタフェースを制御フローに提供することである。また、メディア・ストリーマ１０自体が分散システムとして実現されていても外界に単一のシステム・イメージを提示する。制御ノードの機能は、定義済みのアプリケーション・プログラム・インタフェース（ＡＰＩ）によって実現される。このＡＰＩは、メディア・ストリーマ１０内にビデオ・コンテンツを作成する機能ならびにビデオ・データの再生／記録などのリアルタイム機能を提供する。制御ノード１８は、ビデオを再生または停止するためのリアルタイム要求を通信ノード１４に転送する。

【００６６】C2.　通信ノード１４

通信ノード１４は、接続／切断要求を処理するためのスレッド、再生／停止要求および休止／再開要求を処理するためのスレッド、ジャンプ要求（順方向シークまたは逆方向シーク）を処理するためのスレッドという、リアルタイム・ビデオ・インタフェース処理専用のスレッドを（同一プロセス内に）持っている。さらに、このノードは、記憶ノード１６からストリーム用のデータを読み取る入力スレッドと、出力ポートにデータを書き込む出力スレッドも有する。

【００６７】ビデオの再生中にデータを処理するための通信ノード１４内のデータ・フロー構造を図７に示す。このデータ・フロー構造は、記憶ノード１６からデータを獲得する入力スレッド１００を含む。入力スレッド１

００は、一度に１つの記憶ノードだけがデータを送信するように、記憶ノードからのデータの受取りを逐次化する。入力スレッド１００は、出力スレッド１０２がストリーム用のバッファの書出しを必要とするときに、そのバッファが必ずデータで充填されるようにするものである。さらに、ストリームに関する入力動作と出力動作の両方をスケジューリングするスケジューラ機能１０４も存在する。この機能は、入力スレッド１００と出力スレッド１０２の両方に使用される。

【００６８】各スレッドは、複数の要求からなる待ち行列を処理する。出力スレッド１０２用の要求待ち行列１０６には、ストリームを識別し、空にする必要がある関連バッファを指し示す要求が入っている。これらの要求は、ビデオ出力インタフェースに書き込む必要がある時間順に配置されている。出力スレッド１０２がバッファを空にすると、そのスレッドはそれに空のマークを付け、（バッファを充填するために）入力スレッドへのストリームに関する要求を入力待ち行列１０８に待ち行列化するためにスケジューラ機能１０４を呼び出す。入力スレッド１００用の待ち行列１０８も、バッファを充填する必要がある時間順に配置されている。

【００６９】入力スレッド１００は、要求時間別に配置された要求待ち行列１０８も処理する。そのタスクは、記憶ノード１６からバッファを充填することである。その待ち行列内の各要求ごとに、入力スレッド１００は以下のアクションを行う。入力スレッド１００は、そのストリーム用の次のセグメントのデータを有する記憶ノード１６を判定する（ビデオ・ストリーム用のデータは複数の記憶ノード間にストライプ化されることが好ましい）。次に入力スレッド１００は、（スイッチ１２によるメッセージを使用して）ストリーム用のデータを要求する所定の記憶ノードに要求を送り、データの到着を待つ。

【００７０】このプロトコルは、いつでも１つの記憶ノード１６だけが特定の通信ノード１４にデータを送信するようにするもので、すなわち、記憶ノードが通信ノード１４に非同期にデータを送信する場合に発生しうる競合を除去する。要求したデータを記憶ノード１６から受け取ると、入力スレッド１００はそのバッファに満杯のマークを付け、出力スレッド１０２に（ストリームのデータ転送速度に基づいて）要求をバッファリングしてバッファを空にするためにスケジューラ１０４を呼び出す。

【００７１】C3.　記憶ノード１６

ストリームの再生をサポートするためのデータ・フロー用の記憶ノード１６の構造を図８に示す。記憶ノード１６は、ビデオ・データが入っているバッファのプールを有する。これは、各論理ディスク・ドライブ用の入力スレッド１１０と、スイッチ・マトリックス１２を介して通信ノード１４にデータを書き出す出力スレッド１１２とを有する。また、これは、動作をスケジューリングするために入力スレッド１１０と出力スレッド１１２が使用するスケジューラ機能１１４も有する。また、データを要求する通信ノード１４からの要求を処理するメッセージ・スレッド１１６も有する。

【００７２】データを要求する通信ノード１４からメッセージを受け取ると、通常、メッセージ・スレッド１１６は、すでにバッファリングされている要求済みデータを検出し、その要求（待ち行列１１８）を出力スレッドに待ち行列化する。要求は時間順に待ち行列化される。出力スレッド１１２はバッファを空にし、それを空きバッファのリストに追加する。それぞれの入力スレッド１１０は独自の要求待ち行列を持っている。関連ディスク・ドライブ上にビデオ・データを有する活動ストリームごとに、次のバッファを充填するために（データ転送速度、ストライプ化のレベルなどに基づいて）要求時間順に順序づけられた待ち行列１２０が維持される。スレッドは待ち行列１２０内の最初の要求を取り、空きバッファをそれに関連づけ、ディスク・ドライブからのデータでバッファを充填するための入出力要求を出す。バッファが充填されると、そのバッファは満杯バッファのリストに追加される。これは、ストリーム用のデータに関する要求を受け取ったときにメッセージ・スレッド１１６が検査するリストである。通信ノード１４からデータに関するメッセージを受け取り、要求されたバッファが満杯になっていない場合、それは未達成の締切り期限であると見なされる。

【００７３】C4.　適時スケジューリング

適時スケジューリング技法は、通信ノード１４と記憶ノード１６の両方で使用する。この技法では、以下のパラメータを使用する。

ｂｃ＝通信ノード１４でのバッファ・サイズ
ｂｓ＝記憶ノード１６でのバッファ・サイズ
ｒ　＝ビデオ・ストリーム・データ転送速度
ｎ　＝ビデオ・ストリーム用のデータが入っているビデオのストライプ数
ｓｒ＝ストライプ・データ転送速度
ｓｒ＝ｒ／ｎ

【００７４】使用するアルゴリズムは以下の通りである。

（１）ｓｆｃ＝１つのストリームに関する通信ノードでの要求の頻度＝ｒ／ｂｃ
（２）ｄｆｃ＝記憶ノードでのディスク読取り要求の頻度＝ｓｒ／ｂｓ

【００７５】ビデオ・データの「ストライプ化」については、以下のセクションＨで詳述する。

【００７６】要求は、上記の式で求めた頻度でスケジューリングされ、そのデータが必要になる前に完了するようにスケジューリングされる。これは、ビデオ・ストリームの再生開始時にデータ・パイプをデータで「満た

す」ことによって実施される。

【００７７】ｓｆｃとｄｆｃの計算は、ストリームを再生する通信ノード１４とビデオ・データが入っている記憶ノード１６の両方で、接続時に行われる。頻度（またはその逆である間隔）は、記憶ノード１６でディスクからの入力をスケジューリングする際（図８を参照）ならびに通信ノード１４でポートへの出力（および記憶ノードからの入力）をスケジューリングする際（図７を参照）に使用される。

【００７８】適時スケジューリングの例

４つの記憶ノードでストライプ化されたビデオから２．０ｍビット／秒（２５０，０００バイト／秒）でストリームを再生する。また、通信ノードでのバッファ・サイズが５０，０００バイトで、ディスク・ノードでのバッファ・サイズが２５０，０００バイトであると想定する。さらに、データは２５０，０００バイト／秒のセグメントにストライプ化されていると想定する。

【００７９】適時アルゴリズムの様々なパラメータの値は以下の通りである。

ｂｃ　＝２５０，０００バイト（通信ノード１４でのバッファ・サイズ）

ｂｓ　＝２５０，０００バイト（記憶ノード１６でのバッファ・サイズ）

ｒ　　＝２５０，０００バイト／秒（ストリーム・データ転送速度）

ｎ　　＝４（そのストリームのビデオがストライプ化されたストライプの数）

ｓｒ　＝ｒ／ｎ＝６２５０バイト／秒または２５０，０００／４秒、すなわち、４秒おきに２５０，０００バイト

ｓｆｃ＝ｒ／ｂｃ＝１／秒（通信ノード１４での要求の頻度）

ｄｆｃ＝ｒ／ｂｓ＝１／秒（記憶ノード１６での要求の頻度）

【００８０】ストリームの再生を担当する通信ノード１４は、１／秒の頻度または１．０秒の間隔で入力要求と出力要求をスケジューリングする。通信ノード１４がストリーム専用の２つのバッファを持っていると想定すると、通信ノード１４により、それがビデオ・ストリームの出力を開始する前に両方のバッファが充填されるようになる。

【００８１】接続時に通信ノード１４は、ビデオ・データのストライプが入っている４つの記憶ノード１６のすべてにメッセージを送信した状態になる。最初の２つの記憶ノードは、ストライプからの最初のセグメントに関する要求を予想し、バッファを充填するためのディスク要求をスケジューリングする。通信ノード１４は、それぞれのサイズが２５０，０００バイトである２つのバッファに最初の２つのセグメントを読み込むための入力要求（図７を参照）をスケジューリングする。再生要求が到着すると、通信ノード１４はまず、２つのバッファが満杯になっていることを確認し、まもなく再生を開始することをすべての記憶ノード１６に通知する。次に、ストリームの再生を開始する。最初のバッファが出力される（２Ｍビット／秒（または２５０，０００バイト／秒）で１秒を要する）と、通信ノード１４は記憶ノード１６からデータを要求する。次に通信ノード１４は、１秒の間隔でそれぞれの記憶ノードから連続してデータを要求する。すなわち、４秒の間隔で特定の記憶ノードからデータを要求することになる。通信ノードは必ず一度に２５０，０００バイトのデータを要求する。通信ノードが記憶ノード１６からデータを要求する頻度の計算は、接続時に通信ノード１４によって行われる。

【００８２】記憶ノード１６は、ストリーム・データに関する要求を次のように予想する。ストライプ３（以下のセクションＨを参照）が入っている記憶ノード１６は、再生が開始されてから１秒後に次の２５０，０００バイト・セグメントに関する要求を予想することができ、その後は４秒おきに予想することができる。ストライプ４が入っている記憶ノード１６は、再生が開始されてから２秒後に要求を予想することができ、その後は４秒おきに予想することができる。ストライプ２が入っている記憶ノード１６は、再生が開始されてから４秒後に要求を予想することができ、その後は４秒おきに予想することができる。すなわち、各記憶ノード１６は、（前述のように）開始時間から４秒おきに２５０，０００バイトの頻度でディスクからの入力をスケジューリングする。このスケジューリングは、再生コマンドの受信後と、ストリーム用のバッファが出力された後に、記憶ノード１６で実施される。要求頻度の計算は、接続要求が受信されたときに行われる。

【００８３】また、通信ノード１４と記憶ノード１６で異なるバッファ・サイズを使用することも可能である。たとえば、通信ノード１４のバッファ・サイズを５０，０００バイトにし、記憶ノード１６のバッファ・サイズを２５０，０００バイトにすることもできる。この場合、通信ノード１４での要求の頻度は（２５０，０００／５０，０００）５／秒または０．２秒おきになり、記憶ノード１６での頻度は１／秒のままになる。通信ノード１４は、最初のストライプが入っている記憶ノードから最初の２つのバッファ（１００，０００バイト）を読み取る（ただし、セグメント・サイズは２５０，０００バイトであり、最初のセグメントが入っている記憶ノード１６が接続時にディスクからの入力をスケジューリングすることになることに留意されたい）。再生が開始されると、通信ノード１４は記憶ノード１６にそれを通知し、最初のバッファを出力する。バッファが空になると、通信ノード１４は次の入力をスケジューリングする。バッファは０．２秒おきに空になり、通信ノード１４はその頻度で記憶ノード１６からの入力を要求し、同

じ頻度で出力もスケジューリングする。

【００８４】この例では、記憶ノード１６は、５つの要求が０．２秒の間隔で到着することを予想することができる（ただし、１００，０００バイトがすでに読み取られている最初のセグメントは除く。したがって、再生の開始後に４秒おきに３つの要求が到着する。すなわち、次のシーケンスの５つの要求（５０，０００バイトごとに１つずつ）は前のシーケンスの最後の要求から４秒後に到着する）。記憶ノードでのバッファ・サイズは２５０，０００バイトなので、記憶ノード１６は（前述の例と同様に）４秒おきにディスクからの入力をスケジューリングする。

【００８５】C5.　再生アクションの詳細

以下のステップは、ストリームの再生アクション用の制御フロートデータ・フローを追跡するものである。このステップについては、再生用のビデオをセットアップするために図９に示す。このステップは時間順になっている。

１．ユーザが事前にロードされている特定のビデオを備えたポートをセットアップするためのコマンドを呼び出す。要求が制御ノード１８に送られる。

２．制御ノード１８内のスレッドが要求とVS-CONNECT機能を受け取る。

３．制御ノード・スレッドがそのビデオ用のカタログ項目をオープンし、ストライプ化したファイル情報でそのビデオ用のメモリ記述子をセットアップする。

４．制御ノード１８が通信ノード１４と、要求に関するそのノード上の出力ポートを割り振る。

５．次に制御ノード１８が割り振られた通信ノード１４にメッセージを送る。

６．通信ノード１４内のスレッドが制御ノード１８からメッセージを受け取る。

７．通信ノード・スレッドがストライプ・ファイルが入っている記憶ノード１６にオープン要求を送る。

８、９．オープン要求が送られる各記憶ノード１６内のスレッドが、要求を受け取り、要求されたストライプ・ファイルをオープンし、必要な資源を割り振ると同時に、ディスクからの入力をスケジューリングする（ストライプ・ファイルに最初の複数のセグメントが入っている場合）。

１０．記憶ノード・スレッドがストライプ・ファイル用のハンドル（ＩＤ）を付けて要求を通信ノード１４に送り返す。

１１．通信ノード１４内のスレッドが関連するすべての記憶ノードからの応答を待ち、正常終了応答を受け取ったときに、出力ポートのセットアップを含め、ストリーム用の資源を割り振る。

１２．次に通信ノード１４がビデオ・データ・パイプラインを満たすために入力をスケジューリングする。

１３．次に通信ノード１４が制御ノード１８に応答を送り返す。

１４．通信ノード１４から正常終了応答を受け取ると、制御ノード・スレッドがストリームのこのインスタンスに関連する後続要求で使用されるストリーム用のハンドルをユーザに返す。

【００８６】ビデオ・ストリームが正常にセットアップされた後で再生要求を受け取ったときに行われるアクションのステップを以下に時間順に示す。このステップについては、図１０に示す。

１．ユーザが再生コマンドを呼び出す。

２．制御ノード１８内のスレッドが要求を受け取る。

３．制御ノード１８内のスレッドは、その要求がセットアップされたストリーム用であることを確認し、割り振られた通信ノード１４に再生要求を送る。

４．通信ノード１４内のスレッドが再生要求を受け取る。

５．関連する記憶ノード１６がこのストリーム用の後続要求を予想して独自の動作をスケジューリングできるように、通信ノード１４は関連する記憶ノード１６のすべてに再生要求を送る。「関連する」記憶ノードとは、対象となるビデオ表示の少なくとも１つのストライプを格納するものである。

６．関連する各記憶ノード１６内のスレッドが要求を受け取り、そのストリーム用の今後の要求に対応するためにスケジュールをセットアップする。関連する各記憶ノード１６は、通信ノード１４に応答を送り返す。

７．通信ノード・スレッドにより、パイプラインが満たされ（ビデオ・データが事前ロードされ）、ストリームの出力が可能になる。

８．次に通信ノード１４が制御ノード１８に応答を送り返す。

９．制御ノード１８は、ストリームが再生中のユーザに応答を送り返す。

【００８７】入力スレッドと出力スレッドは、停止／休止コマンドを受け取るかまたはビデオが完了するまで、指定のポートにビデオ表示を送達し続ける。

【００８８】D.　メディア・ストリーマへのユーザ・インタフェースとアプリケーション・インタフェース

メディア・ストリーマ１０は、受動サーバであり、外部制御システムから制御コマンドを受け取ったときにビデオ・サーバ動作を実行する。図１１は、メディア・ストリーマ１０のアプリケーション用のシステム構成を示すもので、システム内に存在する各種インタフェースを示している。

【００８９】メディア・ストリーマ１０は、その動作を制御するためにユーザとアプリケーション・プログラムに対して以下の２通りのレベルのインタフェースを提供する。

ユーザ・インタフェース（図１１の（Ａ））

アプリケーション・プログラム・インタフェース（図１

1の（B））

【0090】両方のレベルのインタフェースはクライアント制御システム上に設けられ、これらのシステムが遠隔プロシージャ呼出し（RPC）機構を介してメディア・ストリーマ10と通信する。メディア・ストリーマ10上ではなく、クライアント制御システム上にインタフェースを設けることにより、メディア・ストリーマ10からのアプリケーション・ソフトウェアの分離が達成される。このため、クライアント制御システム上のアプリケーションを変更したり交換する必要がなくなるので、メディア・ストリーマ10のアップグレードまたは交換が容易になる。

【0091】D1. ユーザ通信

メディア・ストリーマ10は、以下の2種類のユーザ・インタフェースを提供する。

コマンド行インタフェース

グラフィカル・ユーザ・インタフェース

【0092】D1.1. コマンド行インタフェース

コマンド行インタフェースは、ユーザ・コンソールまたはインタフェース（図1の65、66）上にプロンプトを表示する。コマンド・プロンプトの後、ユーザは、パラメータが後に続くコマンド・キーワードからコマンドを入力する。コマンドが実行されると、インタフェースはもう一度プロンプトを表示し、次のコマンド入力を待つ。メディア・ストリーマ・コマンド行インタフェースは、特に以下の2種類の動作に適している。

【0093】バッチ制御： バッチ制御は、一連のビデオ制御コマンドを含むコマンド・スクリプトの実行開始を必要とする。たとえば、放送業界では、長期間の間、事前記録されスケジューリングされた番組を含めるために、前もってコマンド・スクリプトを作成することができる。スケジューリングされた開始時には、さらにオペレータが介入せずに放送を開始するための単一バッチ・コマンドにより、このコマンド・スクリプトが実行される。

【0094】自動制御： 自動制御は、メディア・ストリーマ10上に格納されたデータを更新／再生するためにプログラムによって生成されたコマンドのリストの実行を必要とする。たとえば、通信社では、新しいデータを毎日メディア・ストリーマ10にロードする可能性がある。この新しいデータを管理するアプリケーション制御プログラムは、メディア・ストリーマ・コマンド（たとえば、ロード、削除、アンロード）を生成して、新しいデータでメディア・ストリーマ10を更新する。生成されたコマンドは、コマンド行インタフェースにパイピングして実行することができる。

【0095】D1.2. グラフィカル・ユーザ・インタフェース（GUI）

図12は、メディア・ストリーマGUIの例である。このインタフェースは、再生、休止、巻戻し、停止などの制御ボタンを有するビデオ・カセット・レコーダの制御パネルに似ている。さらに、操作がユーザによる選択を必要とする場合は（たとえば、ロードではロードされるビデオ表示をユーザが選択する必要がある）、選択パネルも提供する。このGUIは、特に直接ユーザ対話に有用である。

【0096】このGUIには、「バッチ」ボタン130と「インポート／エクスポート」ボタン132が含まれている。それぞれの機能については後述する。

【0097】D2. ユーザ機能

メディア・ストリーマ10は、以下のように3通りの一般的なタイプのユーザ機能を提供する。

インポート／エクスポート

VCR状の再生制御

拡張ユーザ制御

【0098】D2.1. インポート／エクスポート

インポート／エクスポート機能は、ビデオ・データをメディア・ストリーマ10内に移動したり、メディア・ストリーマ10から移動する場合に使用する。ビデオをクライアント制御システムからメディア・ストリーム10に移動（インポート）する場合、ビデオ・データのソースは、クライアント制御システムのファイルまたは装置として指定される。ビデオ・データのターゲットは、メディア・ストリーム10内の固有の名前で指定される。ビデオをメディア・ストリーマ10からクライアント制御装置に移動（エクスポート）する場合、ビデオ・データのソースは、メディア・ストリーマ10内のその名前によって指定され、ビデオ・データのターゲットは、クライアント制御システムのファイルまたは装置として指定される。

【0099】ユーザ機能のインポート／エクスポート・カテゴリでは、メディア・ストリーマ10は、ビデオを除去するための「削除」機能と、格納されているビデオに関する情報（名前、データ転送速度など）を獲得するための「属性獲得」機能も提供する。

【0100】GUIによりインポート／エクスポート機能を呼び出すには、ユーザは「インポート／エクスポート」ソフト・ボタン132（図12）をクリックする。これにより、個別の機能を呼び出すための「インポート」、「エクスポート」、「削除」、「属性獲得」の各ボタンを含む新しいパネル（図示せず）が表れる。

【0101】D2.2. VCR状の再生制御

メディア・ストリーマ10は、1組のVCR状の再生制御を提供する。図12のメディア・ストリーマGUIは、ロード、イジェクト、再生、低速、休止、停止、巻戻し、早送り、ミュートの各機能が使用できることを示している。これらの機能は、GUI上の対応するソフト・ボタンをクリックすることによって活動化される。

【0102】メディア・ストリーマ・コマンド行インタフェースは、以下のように同様の1組の機能を提供す

る。
セットアップ－特定の出力ポート向けにビデオをセットアップする。ビデオ・カセットをＶＣＲにロードするのに類似している。
再生－セットアップされているビデオの再生を開始するまたは休止されたビデオの再生を再開する。
休止－ビデオの再生を休止する。
切離し－ＶＣＲからビデオ・カセットをイジェクトするのに類似している。
状況－ビデオ再生中、経過再生時間など、ポートの状況を表示する。
【０１０３】D2.3.　拡張ユーザ制御
放送業界などの特定のアプリケーション要件をサポートするため、本発明は以下のように拡張ユーザ制御を提供する。
再生リスト－複数のビデオと、ポート上で再生するその順序をセットアップする。
再生長－ビデオを再生する時間を制限する。
バッチ動作－コマンド・ファイルに格納されている動作のリストを実行する。
【０１０４】生成リスト制御と再生長制御は、ＧＵＩ上の「ロード」ボタン１３４によって実施される。それぞれの「セットアップ」コマンドは、特定のポート用の再生リストに追加されるビデオを指定する。また、各コマンドはビデオが再生される時間制限も指定する。図１３は、再生リストに追加するビデオを選択するためならびにビデオの再生の時間制限を指定するためにＧＵＩ上の「ロード」ソフト・ボタン１３４のクリックに応答して表示されるパネルを示している。ユーザが「ファイル」ボックス１３６内のファイル名をクリックすると、その名前が「ファイル名」ボックス１３８に入力される。ユーザが「追加」ボタン１４０をクリックすると、「ファイル名」ボックス１３８内のファイル名がその時間制限とともに「再生リスト」ボックス１４２に付加され、現在の再生リストが（再生リスト上の各ビデオの時間制限とともに）表示される。
【０１０５】バッチ動作は、ＧＵＩ上の「バッチ」ソフト・ボタン１３０を使用することによって実施される（図１２を参照）。
【０１０６】「バッチ」ボタン１３０が活動化されると、ユーザがコマンド・ファイル名を選択または入力できるようにするためにバッチ選択パネルが表示される（図１４を参照）。バッチ選択パネル上の「実行」ボタン１４４を押すと、選択されたコマンド・ファイル内のコマンドの実行が開始される。図１４は、ＧＵＩ上の「バッチ」および「実行」操作の例である。たとえば、ユーザがまずc:/batchcmdディレクトリ内の「batch2」ファイルにコマンド・スクリプトを作成したとする。次にユーザは、図１２に示すＧＵＩ上の「バッチ」ボタン１３０をクリックして、バッチ選択パネルを表示させる。次にユーザは、バッチ選択パネルの「ディレクトリ」ボックス１４６内の「c:/batchcmd」をクリックする。この結果、「ファイル」ボックス１４８内にファイルのリストが表示される。「ファイル」ボックス１４８内の「batch2」行をクリックすると、それが「ファイル名」ボックス１５０に入力される。最後にユーザは、「実行」ボタン１４４をクリックして、「batch2」ファイルに格納されているコマンドを順次実行する。
【０１０７】D3.　アプリケーション・プログラム・インタフェース
アプリケーション制御プログラムがメディア・ストリーマ１０と対話して、その動作を制御できるように、メディア・ストリーマ１０は上記のアプリケーション・プログラム・インタフェース（ＡＰＩ）を提供する（もう一度図１１を参照してもよい）。
【０１０８】このＡＰＩは、遠隔プロシージャ呼出し（ＲＰＣ）ベースのプロシージャから構成される。アプリケーション制御プログラムは、プロシージャ呼出しを行うことによって、ＡＰＩ機能を呼び出す。このプロシージャ呼出しのパラメータは、実行される機能を指定するものである。アプリケーション制御プログラムは、メディア・ストリーマ１０の論理位置および物理位置とは無関係に、ＡＰＩ機能を呼び出す。ビデオ・サービスを提供するためのメディア・ストリーマ１０のＩＤは、クライアント制御システムの始動時または任意でアプリケーション制御プログラムの開始時に設定される。メディア・ストリーマ１０のＩＤが設定されると、プロシージャ呼出しは正しいメディア・ストリーマ１０に送られてサービスを提供する。
【０１０９】以下に示すものを除き、ＡＰＩ機能は同期的に処理される。すなわち、機能呼出しが呼出し側に返されると、その機能が完了し、メディア・ストリーマ１０では追加の処理は一切必要なくなる。ＡＰＩ機能を同期動作として構成することによって、コンテキスト切替え、非同期信号送出、フィードバックのための追加の処理オーバヘッドが回避される。厳重なリアルタイム要件があるため、このパフォーマンスはビデオ・サーバ・アプリケーションでは重要なものである。
【０１１０】ＡＰＩ機能の処理は、要求を受け取った順序で行われる。このため、ユーザ操作が正しい順序で確実に処理される。たとえば、ビデオは先に接続（セットアップ）しなければ、再生することができない。もう１つの例は、「再生」要求の後に「休止」要求が続く場合に順序を切り替えると、全く異なる結果がユーザにもたらされる点である。
【０１１１】VS-PLAY機能は、ビデオの再生を開始し、（ビデオ再生の完了まで待たずに）直ちに呼出し側に制御を返すものである。このアーキテクチャの原理は、ビデオ再生の時間が一般に長く（数分から数時間）しかも予測不能である（休止コマンドや停止コマンドが存在す

る可能性がある）ので、VS-PLAY機能を非同期にすることにより、本来なら予測不能なほど長時間にわたって割り振られる資源が解放されるというものである。

【０１１２】ビデオ再生が完了すると、メディア・ストリーマ１０は、アプリケーション制御プログラムが指定したシステム／ポート・アドレスへの非同期呼出しを生成し、アプリケーション制御プログラムにビデオ完了事象を通知する。このシステム／ポート・アドレスは、アプリケーション制御プログラムがＡＰＩのVS-CONNECT機能を呼び出してビデオを接続するときにこのプログラムによって指定される。ただし、VS-PLAY用のコールバック・システム／ポート・アドレスは個々のビデオ・レベルで指定されることに留意されたい。これは、アプリケーション制御プログラムが任意の制御点にビデオ完了メッセージを自由に送ることができることを意味する。たとえば、あるアプリケーションが１つの中央システム／ポートを使用して、クライアント制御システムの多くまたは全部のビデオ完了メッセージを処理することもできる。別のアプリケーションでは、複数の異なるシステム／ポート・アドレスを使用して、１つのクライアント制御システム用のビデオ完了メッセージを処理することができる。

【０１１３】ＡＰＩアーキテクチャにより、メディア・ストリーマ１０は、異種ハードウェア／ソフトウェア・プラットフォームを備え、同期タイプと非同期タイプ両方の動作を効率的に処理する、複数の並行クライアント制御システムをサポートしながら、動作要求の正しい順序づけを確保できるようになる。たとえば、メディア・ストリーマ１０ではＰＳ／２システム上で動作するＩＢＭ　ＯＳ／２オペレーティング・システムを使用し、クライアント制御システムではＲＳ／６０００システム上で動作するＩＢＭ　ＡＩＸオペレーティング・システムを使用することができる（ＩＢＭ、ＯＳ／２、ＰＳ／２、ＡＩＸ、ＲＳ／６０００はすべてＩＢＭ社の商標である）。

【０１１４】D4.　クライアント／メディア・ストリーマ間通信

クライアント制御システムとメディア・ストリーマ１０との間の通信は、既知のタイプの遠隔プロシージャ呼出し（ＲＰＣ）機構などにより実施される。図１５は、クライアント制御システム１１とメディア・ストリーマ１０との間の通信用のＲＰＣ構造を示している。メディア・ストリーマの諸機能を呼び出す際に、クライアント制御システム１１はＲＰＣクライアントとして機能し、メディア・ストリーマ１０はＲＰＣサーバとして機能する。これは、図１５の（Ａ）に示されている。ただし、非同期機能すなわちVS-PLAYの場合、それが完了するとメディア・ストリーマ１０がクライアント制御システム１１への呼出しを生成する。この場合、クライアント制御システム１１はＲＰＣサーバとして機能し、メディア・ストリーマ１０はＲＰＣシステムになる。これは、図１５の（Ｂ）に示されている。

【０１１５】D4.1.　クライアント制御システム１１

クライアント制御システム１１では、ユーザ・コマンド行インタフェースが３つの内部並列プロセス（スレッド）から構成される。第１のプロセスは、ユーザコマンド行入力を解析し、ＡＰＩ機能を呼び出すことによって要求された動作を実行し、その結果、メディア・ストリーマ１０へのＲＰＣ呼出しが行われる（図１５の（Ａ））。このプロセスは、様々な出力ポート向けにセットアップされ再生されるビデオの状況の追跡も行う。第２のプロセスは、それぞれの指定時間制限と照らし合わせて、各ビデオの経過再生時間を定期的に検査する。あるビデオがその時間制限に達した場合、そのビデオは停止されて切断され、同一出力ポート用の待機待ち行列内に次のビデオがある場合はそのビデオが開始される。クライアント制御システム１１の第３のプロセスは、メディア・ストリーマ１０からVS-PLAY非同期終了通知を受け取るためにＲＰＣサーバとして機能する（図１５の（Ｂ））。

【０１１６】D4.2.　メディア・ストリーマ１０

メディア・ストリーマ１０の始動時に、クライアント制御システム１１とメディア・ストリーマ１０との間のＲＰＣをサポートするために、２つの並列プロセス（スレッド）が呼び出される。第１のプロセスは、クライアント制御システム１１からのＡＰＩ機能呼出し用のＲＰＣサーバとして機能する（図１５の（Ａ））。この第１のプロセスは、ＲＰＣ呼出しを受け取り、要求された機能（VS-CONNECT、VS-PLAY、VS-DISCONNECTなど）を実行するために適切なプロシージャをディスパッチする。第２のプロセスは、適切なクライアント制御システム・アドレスを呼び出してアプリケーション制御プログラムに非同期終了事象を通知するためにＲＰＣクライアントとして機能する。このプロセスは、ビデオの再生を処理する他のプロセスによって作成された内部パイプ上で自ら待機するのをブロックする。ビデオの末尾または異常終了条件に達すると、第２のプロセスはパイプにメッセージを書き込む。ブロックされたプロセスはメッセージを読み取り、クライアント制御システムがその状況を更新し、それに応じてアクションを行えるように、クライアント制御システム１１のポート・アドレスへのＲＰＣ呼出しを行う（図１５の（Ｂ））。

【０１１７】E.　ビデオ送達用のメディア・ストリーマのメモリ構成と最適化

本発明の一態様は、キャッシュ管理と関連の入出力動作をビデオ送達環境に応じて調整するための統合機構を提供するものである。本発明のこの態様について、以下に詳述する。

【０１１８】E1.　先行技術のキャッシュ管理

キャッシュ管理のための先行技術の機構は、キャッシュ

・コントローラとオペレーティング・システムのファイル・サブシステムに組み込まれている。このような機構は、汎用目的で設計されており、ビデオ送達の要求を満たすように専門化されてはいない。

【0119】図16は、従来のキャッシュ管理機構をビデオ送達用に構成するために可能な1つの方法を示している。この技法は、（1つのファイルにするには大きすぎるので）2つのディスク・ファイル160、162に分割したビデオと、ファイル・システム164、メディア・サーバ168、ビデオ・ドライバ170を収容しているプロセッサとを使用している。また、2つのビデオ・ストリーム用の2つのビデオ・アダプタ・ポート172、174も示されている。さらに、ディスク・ファイル160のセグメントを主記憶装置に読み込み、その後、そのデータを第1のビデオ・ポート172に書き込むためのデータ・フローと、同じセグメントを読み取ってそれを第2のビデオ・ポート174に書き込むためのデータ・フローも示されている。図16は、本発明のメディア・ストリーマ10が対処し克服する先行技術の問題を示すためのものである。

【0120】図16のステップA1～A12について説明する。

A1. メディア・サーバ168がファイル・システム166を呼び出して、セグメントSkをビデオ・ドライバ170内のバッファに読み込む。

A2. ファイル・システム166がSkの一部をファイル・システム166内のキャッシュ・バッファに読み込む。

A3. ファイル・システム166がキャッシュ・バッファをビデオ・ドライバ170内のバッファにコピーする。ステップA2とA3を何回か繰り返す。

A4. ファイル・システム166がビデオ・ドライバ170を呼び出して、Skをビデオ・ポート1（176）に書き込む。

A5. ビデオ・ドライバ170がSkの一部をビデオ・ドライバ170内のバッファにコピーする。

A6. ビデオ・ドライバ170がバッファをビデオ・ポート1（176）に書き込む。

ステップA5とA6を何回か繰り返す。

【0121】ステップA7～A12は同様に機能するが、ポート1をポート2に変更する。ポート2に必要なときにSkの一部がファイル・システム166のキャッシュ内にある場合、ステップA8はスキップしてもよい。

【0122】お分かりのように、ビデオ送達には、複数のデータ・ストリームによって大量のデータを転送することが必要である。全体的な利用状況は、キャッシュを最適化するための2通りの従来パターン、ランダムと順次のいずれにも適合しない。ランダム・オプションを選択すると、ほとんどのキャッシュ・バッファは、最近読み取られたビデオ・セグメントからのデータを収容する可能性があるが、期限が切れる前にそれらを読み取るためのビデオ・ストリームは一切準備されなくなる。順次オプションを選択した場合は、最大使用頻度キャッシュ・バッファがまず再使用されるので、ファイル・システム・キャッシュで必要なセグメント部分が見つかる可能性はかなり低くなる。前述のように、ビデオ送達の重要な要素の1つは、データ・ストリームが等時的、すなわち、視聴者またはユーザが不快と感じるような休止や中断がなく送達される点である。図示の先行技術のキャッシュ機構では、ユーザに対してビデオ・データ・ストリームを確実に等時送達することができない。

【0123】図16が示す上記以外の問題は以下の通りである。

a. 一般的なファイル・システム要件を満足するために、ディスクおよびビデオ・ポートの入出力が比較的小さいセグメント単位で行われる。このため、必要な処理時間、ディスク・シーク・オーバヘッド、バス・オーバヘッドがビデオ・セグメント・サイズのセグメントの場合より増加する。

b. ファイル・システム・キャッシュ・バッファとメディア・サーバ・バッファとの間ならびにメディア・サーバ・バッファとビデオ・ドライバ・バッファとの間でデータをコピーするための処理時間は、除去することが望ましいと思われるような不要なオーバヘッドになる。

c. 同時に同一ビデオ・セグメントの複数コピーを収容するために2つのビデオ・バッファ（すなわち、172、174）を使用することは、メイン・メモリの使い方としては非効率的である。同じデータをファイル・システム・キャッシュに格納すると同時にビデオ・ドライブ・バッファにも格納すると、さらにその無駄は大きくなる。

【0124】E2. ビデオ最適化キャッシュ管理

本発明のこの態様によるキャッシュ管理操作には、ストリーム間でのセグメント・サイズ・キャッシュ・バッファの共用、予測キャッシュ、キャッシュを最適化するための同期化という3つの重要な側面がある。

【0125】E2.1. ストリーム間でのセグメント・サイズ・キャッシュ・バッファの共用

ビデオは、一定サイズのセグメントの形で格納され管理される。このセグメントには順番に番号が付けられ、たとえば、セグメント5はビデオ表示のうち、セグメント6より表示の先頭に近い部分を格納するようになっている。セグメント・サイズは、ディスク入出力、ビデオ入出力、バスの使用法、プロセッサの使用法を最適化するように選択される。ビデオの1つのセグメントは一定の内容を持ち、その内容はビデオ名とセグメント番号だけに左右される。ディスクおよびビデオ出力へのすべての入出力と、すべてのキャッシュ動作は、セグメント境界に位置合せして実行される。

【0126】本発明のこの態様は、基礎となるハードウェアが通信ノード14内のキャッシュ・メモリを通過せずに、ディスクと通信ノード14内のビデオ出力カードとの直接のデータ・フローによる対等動作をサポートするかどうかにより、2通りの形態をとる。対等動作の場合は、ディスク記憶ユニット16でキャッシュが行われる。対等動作をサポートしていないハードウェアの場合は、入出力動作とデータ移動を最小限にするために、セグメントサイズのブロック単位でデータを（通信ノード14内の）ページ位置合せした隣接キャッシュ・メモリに直接読み込む。（以下のF. ビデオ最適化ディジタル・メモリ割振りの項を参照されたい。）

【0127】データは、同じ位置に維持され、そのビデオ・セグメントが不要になるまでこの位置から直接書き込まれる。ビデオ・セグメントをキャッシュする間に、ビデオ・セグメントの出力を必要とするすべてのビデオ・ストリームが同じキャッシュ・バッファにアクセスする。したがって、ビデオ・セグメントの1つのコピーが多くのユーザによって使用され、同じビデオ・セグメントの追加コピーを読み取るために追加の入出力、プロセッサ、バッファ・メモリを使用することが回避される。対等動作の場合は、通信ノード14側で、残りの入出力の半分と、プロセッサおよびメイン・メモリのほとんどすべての使用が回避される。

【0128】図17は、対等動作を行わないシステムの場合の本発明の実施例を示している。ビデオ・データは、奇数番号のセグメントが第1のディスク記憶ノード180上に置かれ、偶数番号のセグメントが第2のディスク記憶ノード182上に置かれるように、ディスク記憶ノード16上でストライプ化される（以下のセクションHを参照）。

【0129】図17には、この構成用のデータ・フローも示されている。図示の通り、セグメントSkは、ディスク182から通信ノード186内のキャッシュ・バッファ184に読み込まれ、次にビデオ出力ポート1および2に書き込まれる。ビデオ・データ・セグメントSkは、1回の入出力動作でキャッシュ・バッファ184に直接読み込まれ、次にポート1に書き込まれる。次にビデオ・データ・セグメントSkは、1回の入出力動作でキャッシュ・バッファ184からポート2に書き込まれる。

【0130】お分かりのように、図16の従来の手法について説明したすべての問題が図17に示すシステムによって克服される。

【0131】図18は、ディスク記憶ノードとビデオ出力カードとの間の対等動作向けのサポートを含む構成用のデータ・フローを示している。1対のディスク・ドライブ190、192は、中間の通信ノード14のメイン・メモリを通過せずに1対のビデオ・ポート194、196に直接供給される、ストライプ化したビデオ表示を収容している。

【0132】この構成用のデータ・フローは、ディスク・キャッシュ・バッファ198を介してディスク192からポート1に（1回の入出力動作で）セグメントSkを直接読み込むためのものである。

【0133】セグメントSkをポート2に読み込むための呼出しが続く場合、セグメントSkは、ディスク・キャッシュ・バッファ198からポート2に（1回の入出力動作で）直接読み込まれる。

【0134】ポート1用にディスク・キャッシュ・バッファ198に読み込んだデータがポート2に書き込むためにまだ常駐しているときは、メモリ、バス、プロセッサ資源を可能な限り最適に使用すると、ビデオ・セグメントがポート1および2に転送される。

【0135】対等とメイン・メモリ・キャッシュ機構とを組み合わせることが可能である。たとえば、通信ノード14の1つのポートにのみ再生するビデオ表示に対等動作を使用し、通信ノード14の複数ポートに再生するビデオ表示のために通信ノード14にキャッシュすることが可能である。

【0136】ディスク記憶ノードと通信ノードとの間でキャッシュ責任を分割するための方針は、所与のハードウェア構成でサポート可能なビデオ・ストリーム数を最適化するように選択される。サポートされるストリーム数が分かっている場合は、キャッシュ記憶域の容量および位置を求めることができる。

【0137】E2.2. 予測キャッシュ

予測キャッシュ機構は、ビデオ送達に十分適したキャッシュ方針の必要性を満たすものである。一般にビデオ表示は非常に予測しやすい。通常、ビデオ表示は先頭から再生を開始し、かなり長い所定の期間の間、一定の速度で再生し、末尾に達したときだけ停止する。メディア・ストリーマ10のキャッシュ手法では、この予測可能性を利用して、一度にキャッシュされるビデオ・セグメントの組を最適化する。

【0138】この予測可能性は、キャッシュ・バッファを充填するための読取り動作のスケジューリングと、キャッシュ・バッファの再利用のためのアルゴリズムの駆動の両方に使用される。期限が切れる前にその内容が利用されることはないと予測されるバッファは、直ちに再利用され、より優先順位の高い用途のためにその空間が解放される。妥当な時間内にその内容が使用される見込みがあるバッファは、その最後の使用からかなり経っていても再利用されない。

【0139】より具体的には、ビデオv1、v2、・・・と、ストリームs1、s2、・・・があって、これらのビデオを再生するとすると、各ストリームsjがビデオv（sj）を1つずつ再生し、v（sj）のk番目のセグメントの書込み用として予測される時間は以下の一次関数になる。

ｔ（ｓｊ，ｋ）＝ａ（ｓｊ）＋ｒ（ｓｊ）ｋ
ただし、ａ（ｓｊ）は開始時間と開始セグメント番号に左右され、ｒ（ｓｊ）は１つのセグメントを再生するのに要する一定時間であり、ｔ（ｓｊ，ｋ）はストリームｓｊのｋ番目のセグメントを再生するためにスケジューリングされた時間である。

【０１４０】この情報は、キャッシュ・バッファを充填するための読取り動作のスケジューリングと、キャッシュ・バッファの再利用のためのアルゴリズムの駆動の両方に使用される。キャッシュ管理アルゴリズムの操作例を以下にいくつか示す。

【０１４１】例Ａ
現在再生中のビデオ・ストリームのいずれも再生しないと予測されるビデオ・セグメントが入っているキャッシュ・バッファは、再生すると予測されるバッファの再使用より先に再使用される。この制約を満たした後、そのビデオを再生する頻度とセグメント番号は、ビデオ・セグメントをキャッシュした状態に維持するための優先順位を求める重みとして使用される。このグループ内で最も保存優先順位が高いものは、頻繁に再生されるビデオ内で先に表れるビデオ・セグメントに割り当てられる。

【０１４２】例Ｂ
再生すると予測されるビデオ・セグメントが入っているキャッシュ・バッファの場合は、次に予測される再生時間と、そのビデオ・セグメントを再生するために残っているストリーム数が、ビデオ・セグメントをキャッシュした状態に維持するための優先順位を求める重みとして使用される。本質的にこの重みにより、キャッシュ・バッファの保存優先順位をキャッシュ・バッファを再利用した場合の（任意のビデオ・セグメントの）入出力の予測数とそれを保存した場合の予測数との差に設定することができる。

【０１４３】たとえば、ｖ５がｓ７で再生中で、ｖ８がｓ２とｓ３で再生中で、ｓ２がｓ３より５秒遅れて動作し、ｖ４がｓ１２～ｓ２０で再生中で、それぞれのストリームが次のストリームより３０秒遅れている場合、すでにｓ７によって使用されているｖ５データが入っているバッファが最初に再利用され、次に、すでにｓ２によって使用されているｖ８データが入っているバッファが続き、次に、すでにｓ１２によって使用されているｖ４データが入っているバッファが続き、次に、最も保存優先順位が低い残りのバッファが続く。

【０１４４】キャッシュ管理アルゴリズムは、接続動作（正確な時期は不明であるが近い将来にビデオ・セグメントが再生されると予測することが可能な場合）および停止動作（前の予測を改訂する必要がある場合）などの特殊な場合用の変形態様を用意している。

【０１４５】E2.3.　キャッシュを最適化するためのストリームの同期化
所与のビデオ・セグメントが入っているキャッシュ・バッファが記憶域に残り、その結果、より多くのシステム容量が他のビデオ・ストリームに利用できるようにしなければならない時間を最小限にするため、そのセグメントを必要とするすべてのストリームをクラスター化することが望ましい。ビデオ再生の場合は、通常、セグメントが再生される速度のフレキシビリティはほとんどない。しかし、ビデオ送達のアプリケーションの中には、再生速度がフレキシブルなものもある（すなわち、不都合な人間の反応を引き起こさずに、ビデオとオーディオをわずかに加速したり減速することができる）。さらに、即時視聴以外の目的のためにビデオを送達する場合もある。速度の変動が許されるときは、ストリーム間のギャップを埋めて、セグメントをバッファした状態に維持しなければならない時間を低減するために、（時間的に）前方のストリームは許容される最低速度で再生し、（時間的に）後方のストリームは許される最高速度で再生する。

【０１４６】接続動作および再生動作時には、同じビデオ表示を使用するストリームのクラスター化も考慮される。たとえば、VS-PLAY_AT_SIGNALを使用して、同時に複数のストリーム上でビデオの再生を開始することができる。これにより、クラスター化が改善され、他のビデオ・ストリームのためにより多くのシステム資源が残され、システムの有効容量が増加する。より具体的には、あるストリームが第２のストリームと時間的に一致するように短期間の間、そのストリームを表示することによってクラスター化すると、キャッシュ内のセグメントの１つのコピーを両方のストリームに使用することができ、したがって、処理資産が節約される。

【０１４７】F.　ビデオ最適化ディジタル・メモリ割振り
ディジタル・ビデオ・データは、非ランダムであり、順次かつ大規模で、内容重視ではなく時間重視であるので、通常のデータ処理データとは異なる属性を持っている。複数のデータ・ストリームを高ビット転送速度で送達しなければならず、データ経路内では重要でないすべてのオーバヘッドを最小限にする必要がある。メディア・ストリーマ１０の効率と容量を最大限にするには、慎重なバッファ管理が必要である。メモリ割振り、割振り解除、アクセスがこのプロセスの重要要素であり、使用法が間違っていると、メモリの断片化、効率の低下、ビデオ・データの遅延または破壊に至る可能性がある。

【０１４８】本発明のメディア・ストリーマ１０は、高レベル・アプリケーションがディジタル・ビデオ・データ用にスワップ不能でページ位置合せした隣接メモリ・セグメント（ブロック）の割振りおよび割振り解除を行えるようにするためのメモリ割振りプロシージャを使用している。このプロシージャは、ビデオ伝送アプリケーションに単純な高レベル・インタフェースを提供し、要求されたサイズのメモリ・ブロックを割り振るために低

レベルのオペレーション・システム・モジュールとコード・セグメントを使用する。メモリ・ブロックは隣接し、物理メモリ内に固定されており、仮想メモリのスワッピングやページングによって発生しうる遅延または破壊や、データ伝送ソフトウェアで収集／分散ルーチンを実現しなければならないと言う複雑さを解消する。

【0149】この高レベル・インタフェースは、要求されたメモリ・ブロックに関する様々なアドレス指定モード値も返し、メディア・ストリーマ環境で同時に動作する可能性のある様々なメモリ・モデルに適合するために高価な動的アドレス変換を行う必要がなくなる。固定ディスク装置などの他のデバイス・ドライブによる直接アクセス用の物理アドレスならびに様々なアプリケーションが使用するプロセス線形アドレスおよびプロセス・セグメント化アドレスが用意される。また、メモリ・ブロックをシステムに返す割振り解除ルーチンも用意され、メモリがすべて単一ブロックとして返されるので、断片化の問題が解消される。

【0150】F1. メモリ割振り用のコマンド

1．物理メモリの割振り

要求されたサイズのメモリ・ブロックを割り振る。ブロックの長さとともに、メモリ域の様々なメモリ・モデル・アドレスによって制御ブロックが返される。

2．物理メモリの割振り解除

メモリ・ブロックをオペレーティング・システムに返し、関連のメモリ・ポインタを解放する。

【0151】F2. アプリケーション・プログラム・インタフェース

デバイス・ドライバは、システム構成ファイル内に定義され、システム始動時に自動的に初期設定される。その後アプリケーションは、そのラベルを入手するために疑似デバイスとしてそのデバイス・ドライバをオープンし、インタフェースを使用してコマンドとパラメータを引き渡す。サポートされるコマンドは、メモリ割振りとメモリ割振り解除であり、そのパラメータは、メモリ・サイズと、論理メモリ・アドレスを指すポインタである。これらのアドレスは、メモリの物理ブロックが割り振られた後でデバイス・ドライバによって設定され、物理アドレスが論理アドレスに変換される。割振りが失敗に終わると、ヌルが返される。

【0152】図19は、このプロシージャを使用する可能性がある典型的なアプリケーションのセットを示している。バッファ1は、32ビット・アプリケーションから、修正され、バッファ2に移されるデータを要求される。このバッファは、セグメント化したアドレスを使用する16ビット・アプリケーションによって、または固定ディスク・ドライブなどの物理装置によって直接操作することができる。この割振り方式を使用して、固定バッファ、物理バッファ、隣接バッファを事前割振りすることによって、各アプリケーションはその固有直接アドレス指定を使用してデータにアクセスできるようになり、アドレス変換や動的メモリ割振りの遅延が解消される。ビデオ・アプリケーションでは、ディジタル・ビデオ・データを物理ディスクからバッファに直接移し、プロセス内で数回移動させずにそれを出力装置に直接転送することによって、この手法でデータ移動を最小限にすることができる。

【0153】G. ビデオ・アプリケーション用に最適化したディスク・ドライブ

ビデオ・ストリームをその宛先に等時的に、すなわち、人間の目が動きの不連続として、または耳が音の中断として感知できるような遅延が発生せずに、送達することが重要である。現在のディスク技術では、データ・アクセスにかなりの遅延を発生しうる予測障害分析を実行するなどの定期的なアクションが必要な場合がある。ほとんどの入出力動作は100ms以内に完了するが、100msの定期的な遅延は一般的であり、3秒もの遅延が発生する場合もある。

【0154】メディア・ストリーマ10は、高いデータ転送速度も効率よく維持できなければならない。汎用データ記憶および検索用に構成されたディスク・ドライブは、ビデオ・サーバ・アプリケーション向けに最適化しないと、メモリ、ディスク・バッファ、SCSIバス、ディスク容量の使い方の非効率に苦しむことになる。

【0155】本発明の一態様により、本発明で使用するディスク・ドライブは、ディスク・パラメータを最適化することによって大量のデータを円滑かつ適切な時期に送達する役割に合わせて調整されている。このパラメータは、ビデオ・サーバ用に専門化したディスク・ドライブの製造に取り入れるか、またはコマンド機構によって設定することができる。

【0156】定期的アクションを制御するパラメータは、遅延を最小限にするかまたは除去するように設定する。バッファの使用法に影響するパラメータは、1回の読取りまたは書込み操作で非常に大量のデータを転送できるように設定する。SCSIバスとプロセッサ・バスとの速度の一致に影響するパラメータは、データ転送の開始が早すぎたり遅すぎたりしないように調整する。ディスク・メディア自体は、有効容量および帯域幅を最大限にするセクタ・サイズでフォーマットする。

【0157】最適化を実施するには次のようにする。物理ディスク・メディアを許容される最大物理セクタ・サイズでフォーマットする。このフォーマット・オプションは、セクタ間のギャップに浪費される空間の量を最小限にし、デバイス容量を最大限にし、バースト・データ転送速度を最大限にするものである。好ましい実施態様は744バイト・セクタである。

【0158】ディスクには関連バッファを設けることができる。このバッファは、データの転送用のバスの可用性とは非同期にディスク・メディアからデータを読み取

るのに使用する。同様に、このバッファは、ディスク・メディアへのそのデータの転送とは非同期にバスから到着したデータを保持する場合に使用する。このバッファは複数のセグメントに分割することができ、その数はパラメータで制御する。セグメント数が多すぎる場合は、各セグメントが小さすぎて、１回の転送では要求した量のデータを保持できない可能性がある。バッファが満杯になると、デバイスは再接続を開始し、転送を開始しなければならない。したがって、この時点でバス／デバイスが使用できない場合は、その結果、回転遅延が発生することになる。好ましい実施態様では、この値は、すべてのバッファ・セグメントが少なくともデータ転送サイズと同じ大きさになるように設定される。すなわち、１に設定される。

【０１５９】読取り時にバッファ・セグメントが充填を開始すると、ディスクは、ホストへのデータ転送を実行するためにバスへの再接続を試みる。ディスクがこの再接続を試みる時点は、バスの使用状況の効率に影響する。

【０１６０】バスとディスクの相対速度によって、充填動作中にホストへのデータ転送を開始するのに最適の時点が決まる。同様に、書込み動作中は、データがホストから到着するとバッファが充填し、充填プロセス中の所与の時点にディスクはバスへの再接続を試みなければならない。正確に速度が一致すると、ＳＣＳＩバス上の切断／再選択サイクル数が減少し、その結果、最大スループットが上昇する。

【０１６１】再接続を試みる時期を制御するパラメータは、「読取りバッファ満杯率」と「書込みバッファ空き率」と呼ばれる。ビデオ・データの場合、これらの率を計算するための好ましいアルゴリズムは、２５６ｘ（瞬間ＳＣＳＩデータ転送速度－維持可能ディスク・データ転送速度）／瞬間ＳＣＳＩデータ転送速度である。現在好ましいバッファ満杯率とバッファ空き率の値は約２０４である。

【０１６２】ディスク・ドライブの設計によっては、温度の変化につれて定期的なヘッド位置の再較正が必要なものもある。さらにこのようなディスク・ドライブ・タイプの一部では、同時にアセンブリ内のすべてのヘッドについて熱補正を行うか、または一度に１つのヘッドについて熱補正を行うかの制御が可能になる。一度にすべてのヘッドについて行う場合は、ビデオ・データの読取り動作中に数百ミリ秒の遅延が発生する可能性がある。読取り時間の遅延がそれより長くなると、データ・フローを円滑にし、マルチメディア表示に人工物ができるのを防止するためのより大きいメイン・メモリ・バッファが必要になる。好ましい手法は、熱補正ヘッド制御機能をプログラミングして、一度に１つのヘッドの補正を可能にすることである。

【０１６３】エラー・ログの保存と予測障害分析の実行は、完了するまでに数秒かかる可能性がある。このような遅延は、遅延を取り除き、マルチメディア表示に人工物ができるのを防止するためのより大きいメイン・メモリ・バッファがなければ、ビデオ・サーバ・アプリケーションには許容できないものである。エラー・ログの保存とアイドル時間機能の実行を抑止するために、アイドル時間機能制限パラメータを使用することができる。好ましい実施態様では、このような機能を制限するためのパラメータを設定する。

【０１６４】H.　ビデオ・データ用のデータ・ストライプ

ビデオ・アプリケーションでは、同じデータ（たとえば、ムービー）から複数のストリームを送達する必要がある。この要件は、高速データ転送速度でデータを読み取る必要に変化する。すなわち、１つのストリームを送達するのに必要なデータ転送速度に、同じデータに同時にアクセスするストリームの数を掛けたものになる。従来、この問題は、そのデータのコピーを複数用意することで解決するのが一般的で、その結果、追加の費用が発生していた。本発明のメディア・ストリーマ１０は、データの単一コピーから数多くの同期ストリームを供給するための技法を使用している。この技法は、個々のストリーム用のデータ転送速度と、そのデータに同時にアクセスしうるストリームの数とを考慮したものである。

【０１６５】上記のデータ・ストライプ化は、ストライプという複数のファイル構成要素に常駐するように論理ファイルのデータを区分するという概念を伴う。各ストライプは、異なるディスク・ボリューム上に存在することができ、これにより、論理ファイルが複数の物理ディスクに及ぶことが可能になる。ディスクは、ローカルの場合もあれば、遠隔の場合もある。

【０１６６】論理ファイルに書き込まれると、データは連続してストライプに移される論理長（すなわち、セグメント）に分離される。図２０に示すように、ビデオ１というビデオ用の論理ファイルは、それぞれが特定のサイズ、たとえば、２５６ＫＢのＭ個のセグメントまたはブロックにセグメント化される。最後のセグメントは一部のみデータが充填される場合もある。１つのセグメントのデータは、最初にストライプに移され、次に２番目のストライプに移される次のセグメントが続き、以下同様にセグメントが続く。あるセグメントが各ストライプに書き込まれると、次のセグメントが最初のストライプに書き込まれる。したがって、ファイルがＮ個のストライプにストライプ化される場合、ストライプ１はセグメント１、Ｎ＋１、２＊Ｎ＋１などを収容することになり、ストライプ２はセグメント２、Ｎ＋２、２＊Ｎ＋２などを収容することになり、以下同様になる。

【０１６７】同様のデータ・ストライプ化がデータ処理のＲＡＩＤ配置で使用されることが分かっているが、この場合のストライプ化の目的は、ディスクを紛失した場

合にデータ保全性を保障することである。このようなＲＡＩＤ記憶システムでは、Ｎ枚のディスクのうちの１枚をデータ回復が必要なときに使用するパリティ・データの格納専用にする。メディア・ストリーマ１０のディスク記憶ノード１６は、ＲＡＩＤ状構造として構成されているが、パリティ・データは不要である（ビデオ・データのコピーがテープ・ストアから使用可能であるからである）。

【０１６８】図２１は、このデータ配置の第１の重要な態様、すなわち、複数のコピーを必要とせずに各ビデオ表示に複数のドライブから同時にアクセスできるように、使用可能なディスク・ドライブ間に分散した複数のデータ・ブロックまたはセグメントに各ビデオ表示を分離することを示している。したがって、その概念は、データ保全性またはパフォーマンス上の理由によるではなく、本質的には並行性または帯域幅上の理由によるストライプ化の概念である。したがって、メディア・ストリーマ１０は、バイト・ブロックなどではなく、再生セグメントごとにビデオ表示をストライプ化する。

【０１６９】図２１に示すように、ビデオ・データ・ファイル１はＭ個のセグメントにセグメント化されて４つのストライプに分割されているが、ストライプ１はビデオ・ファイル１のセグメント１、５、９などが入っているファイルであり、ストライプ２はビデオ・ファイル１のセグメント２、６、１０などが入っているファイルであり、ストライプ３はそのビデオ・ファイルのセグメント３、７、１１などが入っているファイルであり、ストライプ４はビデオ・ファイル１のセグメント４、８、１２などが入っているファイルであり、ビデオ・ファイル１のＭ個のセグメントすべてが４つのストライプ・ファイルの１つに収容されるまで以下同様になっている。

【０１７０】上記のストライプ化方式の場合、各個別のビデオのストライプ化をカストマイズするために、次のようにパラメータが計算される。

【０１７１】まず、適度に有効なデータ転送速度がディスクから得られるように、セグメント・サイズを選択する。ただし、このサイズは待ち時間に悪影響を及ぼすほど大きくしてはならない。また、メモリにバッファ／キャッシュするのに十分な小ささにする必要がある。好ましいセグメント・サイズは２５６ＫＢであり、１２８ＫＢ／秒～５１２ＫＢ／秒の範囲のデータ転送速度のビデオ表示では一定になる。ビデオ・データ転送速度がこれより高い場合、より大きいセグメント・サイズを使用する方が好ましい場合もある。セグメント・サイズは、同一メディアに格納されたビデオ表示の範囲に対する入出力動作の基本ユニットによって決まる。使用する原理は、約０．５～２秒分のビデオ・データを収容するセグメント・サイズを使用することである。

【０１７２】次に、ストライプの数、すなわち、ビデオ・データが分散されるディスクの数を求める。この数は、必要な総データ転送速度を維持するのに十分な大きさでなければならず、予想される使用率に基づいて各ビデオ表示ごとに個別に計算される。より具体的には、各ディスクはそれに関連する論理ボリュームを有する。各ビデオ表示は、必要なストライプ数と同じ数の構成要素である構成要素ファイルに分割される。各構成要素ファイルは異なる論理ボリュームに格納される。たとえば、ストリーム当たり２５０ＫＢ／秒でビデオ・データを送達しなければならず、約１５秒間隔で開始される３０個の同期ストリームを同一ビデオからサポートする場合、少なくとも７．５ＭＢ／秒の総データ転送速度が得られる。ディスク・ドライブが平均３ＭＢ／秒でサポートできる場合は、少なくとも３つのストライプがビデオ表示に必要になる。

【０１７３】ディスクからデータを読み取ることができる有効速度は、読取り動作のサイズの影響を受ける。たとえば、データを４ＫＢブロック単位でディスクから（ディスク上のランダム位置から）読み取る場合は、有効データ転送速度が１ＭＢ／秒になり、データを２５６ＫＢブロック単位で読み取る場合は、速度が３ＭＢ／秒になる可能性がある。ただし、非常に大きいブロック単位でデータを読み取る場合は、バッファに必要なメモリも大きくなり、動作が完了しないとそのデータにアクセスできないので、読み取ったデータを使用する際の遅延である待ち時間も増加する。このため、データ転送用のサイズを選択する際に何らかのトレードオフが行われる。サイズは、装置の特性とメモリ構成に基づいて選択される。データ転送のサイズは選択されたセグメント・サイズであることが好ましい。所与のセグメント・サイズが与えられると、装置からの有効データ転送速度が求められる。たとえば、一部のディスク・ドライブでは、２５６ＫＢというセグメント・サイズによって、ディスク・ドライブの有効利用（有効データ転送速度が３ＭＢ／秒）とバッファ・サイズ（２５６ＫＢ）とのバランスが良くなる。

【０１７４】ストライプ化を使用しない場合、サポート可能なストリームの最大数はディスクの有効データ転送速度によって制限される。たとえば、有効データ転送速度が３ＭＢ／秒で、ストリーム・データ転送速度が２００ＫＢ／秒の場合、ディスクからは１５個のストリームしか供給することができない。たとえば、同一ビデオの６０個のストリームが必要な場合は、４枚のディスクにそのデータを複写しなければならない。しかし、本発明によるストライプ化を使用すると、容量が１／４のディスクを４枚使用することができる。また、ビデオ・データの単一コピーから合計６０個の同期ストリームが得られるように、４つのストライプのそれぞれから１５個のストリームを同期的に再生することができる。６０個のストリームに関する要求がすべてのストリーム間で等間隔になるように、ストリームの開始時間がずらされる。

ただし、互いに接近してストリームを開始する場合は、キャッシュされるビデオ・データを使用することによって、入出力の必要性を低減できることに留意されたい。

【０１７５】所与のビデオ用のストライプの数は、２つの要因の影響を受ける。一方は、そのビデオからいつでも供給されるストライプの最大数であり、もう一方は、そのビデオと同一ディスクに格納されたすべてのビデオからいつでも供給する必要があるストリームの総数である。

【０１７６】ビデオ用のストライプの数は次のように求める。

ｓ＝最大（ｒ＊ｎ／ｄ，ｒ＊ｍ／ｄ）

ただし、

ｒ＝ストリームを再生する際の公称データ転送速度

ｎ＝公称速度でのこのビデオ表示からの同期ストリームの最大数

ｄ＝ディスクからの有効データ転送速度（ただし、ディスクからの有効データ転送速度はセグメント・サイズの影響を受けることに留意されたい）

ｍ＝このビデオ表示の一部が入っているすべてのディスクからの公称速度での同期ストリームの最大数

ｓ＝ビデオ表示用のストライプの数

【０１７７】ビデオ表示用のデータがストライプ化されるディスクの数は１組として管理され、非常に大きい物理ディスクと見なすことができる。ストライプ化により、ビデオ・ファイルは、システムの物理ファイル・システムが許容する最大ファイルのサイズ制限を超えることができる。一般に、ビデオ・データは、その組のすべてのディスク上に同一量の記憶域を必ず必要とするわけではない。ディスクの使用法のバランスを取るため、ビデオをストライプ化するときに、空き空間が最も多いディスクからストライプ化を開始する。

【０１７８】一例として、ビデオ表示を２ｍビット／秒（250,000バイト／秒）で再生する必要がある場合、すなわち、ｒが250,000バイト／秒になる場合について検討し、このビデオから最高３０個の同期ストリームを送達する必要がある、すなわち、ｎが３０であると想定する。この例では、ｍも３０である、すなわち、すべてのディスクから送達するストリームの総数も３０であると想定する。さらに、250,000バイトのセグメント単位にデータをストライプ化し、所与のセグメント・サイズ（250,000バイト）の場合にディスクからの有効データ転送速度が3,000,000バイト／秒であると想定する。この場合、必要なストライプの数であるｎは、（250,000＊３０／3,000,000）＝２．５になり、これを切り上げると３（ｓ＝上限（ｒ＊ｎ／ｄ））になる。

【０１７９】このデータが入っているすべてのディスクからのストリームの最大数がたとえば４５の場合、250,000＊４５／3,000,000すなわち３．７５個のストライプが必要になり、これを切り上げると４個のストライプになる。

【０１８０】ビデオの単一コピーから３０個のストリームを送達するための要件を満たすためにそのビデオを３個のストライプにストライプ化すれば十分であっても、そのビデオが入っているディスクが他の内容も収容しており、サポートされるそのビデオからのストリームの総数が４５である場合は、４個のディスク・ドライブが必要になる（ストライプ化レベルが４）。

【０１８１】メディア・ストリーマ１０でアルゴリズムを使用する方法は次の通りである。まず、記憶域（ディスク・ドライブの数）をディスク・グループに分割する。各グループは、（所定のセグメント・サイズに基づくディスク当たりの有効データ転送速度で）所与の数の同期ストリームを送達するための所与の容量と能力を有する。各グループのセグメント・サイズは一定である。それぞれのグループが別々のセグメント・サイズを選択することができる（したがって、別々の有効データ転送速度にすることができる）。ビデオ表示をストライプ化するときに、まず、以下の基準によって１つのグループを選択する。

【０１８２】セグメント・サイズはビデオのデータ転送速度と一致している。すなわち、ストリーム・データ転送速度が250,000バイト／秒の場合、セグメント・サイズは１２５Ｋ～５００ＫＢの範囲になる。次の基準は、グループ内のディスクの数が最大数の同期ストリームをサポートするのに十分なものにすること、すなわち、「ｒ」がストリーム・データ転送速度、「ｎ」が同期ストリームの最大数、「ｄ」がグループ内のディスクの有効データ転送速度の場合のディスクの数にすることである。最後に、ディスク・グループ内のすべてのビデオからサポートする必要がある同期ストリームの総数がその容量を超えないように保証する必要がある。すなわち、「ｍ」がグループの容量であれば、「ｍ－ｎ」はそのグループにすでに格納されているビデオから同期的に再生できるすべてのストリームの合計以上でなければならない。

【０１８３】この計算は、ビデオ・データをメディア・ストリーマ１０にロードしたときに制御ノード１８で行われる。最も単純なケースでは、すべてのディスクが単一プール内に置かれ、記憶域とサポート可能なストリームの数の両方について、そのプールがメディア・ストリーマ１０の全容量を定義する。この場合、所与の数の同期ストリームをサポートするのに必要なディスク（またはストライプ）の数はｍ＊ｒ／ｄという式から計算される。式中、ｍはストリームの数、ｒは１つのストリームのデータ転送速度、ｄは１枚のディスクの有効データ転送速度である。ただし、ストリームの速度を別々にすることができる場合は、上記の式のｍ＊ｒをＭａｘ（すべての同期ストリームのデータ転送速度の合計）で置き換えなければならないことに留意されたい。

【０１８４】この技法を使用してデータを書き込むと、その結果、ビデオ表示のディジタル表現の複数コピーを必要とせずに、指定の速度で多くのストリームを送達するためにそのデータを読み取ることができるようになる。複数のディスク・ボリューム間でデータをストライプ化することにより、ファイルの一部を読み取って１つのストリームを送達しても、そのファイルの別の部分を読み取って別のストリームを送達する動作の妨げにはならない。

【０１８５】I.　メディア・ストリーマのデータ転送と変換手順

I.1.　スイッチ１８へのビデオ送達用の動的帯域幅割振り

従来、ビデオ・サーバは２つのプロファイルのうちの１つに適合するのが一般的である。ＰＣ技術を使用して低コスト（低帯域幅でもある）のビデオ・サーバが構築されるか、スーパーコンピューティング技術を使用して高帯域幅（高価でもある）のビデオ・サーバが構築されている。本発明の一目的は、高コストのスーパーコンピュータ技術を使用せずに高帯域幅のビデオを送達することである。

【０１８６】低コストで高帯域幅を達成するための好ましい手法は、低待ち時間スイッチ（クロスバー回路スイッチ・マトリックス）１８を使用して、複数の低コストＰＣベースの「ノード」を相互接続してビデオ・サーバ（図１に示す）を構築する方法である。メディア・ストリーマ・アーキテクチャの重要な態様の１つは、記憶ノード１６と通信ノード１４のそれぞれで使用可能なビデオ・ストリーム帯域幅を有効利用することである。この帯域幅は、ビデオ・データの特殊性（書込み１回、何度も読取り）と、低コスト・スイッチ技術の動的リアルタイム帯域幅割振り能力とを組み合わせることによって最大限になる。

【０１８７】図２２は、スイッチ・インタフェースと記憶ノードとの間の従来の論理接続を示している。このスイッチ・インタフェースは、記憶ノードとの間の両方向のビデオ（および制御情報）の転送を可能にするために全二重（すなわち、同時に各方向に情報を送信することができる）でなければならない。ビデオの内容は記憶ノードに１回書き込まれ、何度も読み取られるので、記憶ノードに必要な帯域幅の多くはスイッチへの入力方向になっている。典型的なスイッチ・インタフェースの場合、その帯域幅の半分が書込み機能専用で、あまり使用されないので、記憶ノードの帯域幅は十分に活用されない。

【０１８８】図２３は、本発明によるスイッチ・インタフェースを示している。このインタフェースは、ノードの現在の需要を満たすためにスイッチ１８への入力方向またはスイッチ１８からの出力方向のいずれかにリアルタイムでその総帯域幅を動的に割り振る。（記憶ノード１６は一例として使用する。）通信ノード１４にも同様の要件があるが、その帯域幅のほとんどはスイッチ１８からの出力方向になっている。

【０１８９】この動的割振りは、スイッチ１２に適した経路指定ヘッダを使用して、物理スイッチ・インタフェースの２つまたはそれ以上を１つの論理スイッチ・インタフェース１８ａにグループ化することによって達成される。（たとえば、読取り時の）ビデオ・データはこの２つの物理インタフェースに分割される。これは、前述のように複数の記憶ユニット間でデータをストライプ化すると容易に行える。受信側のノードは、そのビデオ・データを結合して、１つの論理ストリームに戻す。

【０１９０】一例として、図２２のスイッチ・インタフェースの速度を全二重で２ＸＭＢ／秒、すなわち、各方向にＸＭＢ／秒とする。しかし、ビデオ・データは通常、一方向だけに（記憶ノードからスイッチに）送信される。したがって、ノードの容量がその２倍（２Ｘ）であっても、ビデオ帯域幅のうちのＸＭＢ／秒だけが記憶ノードから送達される。この記憶ノードは十分に活用されない。図２３のスイッチ・インタフェースは、記憶ノードからスイッチへのビデオ伝送に２ＸＭＢ／秒の帯域幅全体を動的に割り振る。その結果、ノードからの帯域幅が増加し、ビデオ・サーバからの帯域幅が高くなり、ビデオ・ストリーム当たりのコストが低くなる。

【０１９１】J.　通信アダプタによる等時性ビデオ・データ送達

ディジタル・ビデオ・データは、順次かつ連続で、大規模であり、内容重視ではなく時間重視のデータである。ビデオ・データのストリームは、高ビット転送速度で等時的に送達しなければならず、データ経路では重要ではないすべてのオーバヘッドを最小限にする必要がある。一般に、受信側ハードウェアは、ビデオ・セット・トップ・ボックスまたはその他の適当なビデオ・データ・レシーバである。標準のシリアル通信プロトコルは、多くの場合、ハードウェア・レベルで、同期化とデータ検証のために追加ビットならびにバイト分のデータをストリームに挿入する。レシーバがこの追加データを透過的に除去できない場合は、これによってビデオ・データ・ストリームが破壊される。このようなビットおよびバイトによってもたらされる追加のオーバヘッドは有効データ転送速度も低下させ、これによってビデオ圧縮解除および変換のエラーが発生する。

【０１９２】ユーザへの等時送達を確保するために標準通信アダプタでビデオ・データを伝送するには、標準のシリアル通信プロトコル属性のほとんどを使用不能にする必要があると判断されている。これを達成するための方法は使用する通信アダプタによって様々であるが、その基礎となる概念について以下に説明する。図２４では、通信ノード１４内のシリアル通信チップ２００がデータのフォーマットと、パリティ、スタートおよびスト

ップ・ビット、巡回冗長検査コード、同期バイトなどの整合性情報とを使用不能にし、アイドル文字の生成を防止する。入力ＦＩＦＯバッファ２０２、２０４、２０６などは、データ・ブロックのロード用のバス・サイクルを可能にしながら、一定（等時）出力のビデオ・データ・ストリームを保証するために使用する。１０００バイトのＦＩＦＯバッファ２０８によって、ＣＰＵとバス・ローディングの論理が単純化されている。

【０１９３】通信出力チップ２００のために、初期同期バイトの生成を使用不能にできない場合、同期バイトの値は、各データ・ブロックの１バイト目の値にプログラミングされる（データ・ブロック・ポインタは2バイト目に増分される）。埋込みバイトが実際の圧縮ビデオ・データの一部ではない場合、埋込みバイトによってデータ・ストリームが破壊されるので、バイト位置合せも実際のデータで管理しなければならない。

【０１９４】高品質レベルの圧縮ビデオ・データに必要な一定かつ高速のシリアル・データ出力を達成するには、循環バッファまたは複数の大型バッファ（たとえば、２０２、２０４、２０６）のいずれかを使用しなければならない。これは、事前に充填したバッファからデータを出力しながら、入力バッファを充填するのに必要な時間を確保するのに必要である。バッファ・パッキングがビデオ・データ・ストリーム経路の前の方で行われない限り、ビデオ終わり条件が発生した結果、次のバッファ転送が完了する前に非常に小さいバッファが出力され、その結果、データ・アンダーランが発生する可能性がある。このため、最低でも３つの大型独立バッファが必要になる。二重モード・バッファ（読取り中に書込み可能）の循環バッファも適当な実施例である。

【０１９５】J1. 圧縮済みのＭＰＥＧ－１、１＋、ＭＰＥＧ－２ディジタル・データ形式から業界標準テレビ形式（ＮＴＳＣまたはＰＡＬ）へのビデオ・イメージとムービーの変換

前述のように、ディジタル・ビデオ・データはディスクからバッファ・メモリに移される。十分なデータがバッファ・メモリに入ると、このデータはメモリから通信ノード１４内のインタフェース・アダプタに移される。使用するインタフェースは、ＳＣＳＩ　２０ＭＢ／秒のファスト／ワイド・インタフェースか、またはＳＳＡシリアルＳＣＳＩインタフェースである。ＳＣＳＩインタフェースは１５個のアドレスを処理するように拡張されており、ＳＳＡアーキテクチャは最高２５６個までサポートする。その他の適当なインタフェースとしては、ＲＳ４２２、Ｖ．３５、Ｖ．３６などがあるが、これらに限定されるわけではない。

【０１９６】図２５に示すように、インタフェースからのビデオ・データは通信ノード１４から通信バス２１０を介してＮＴＳＣアダプタ２１２（図２４も参照）に渡され、そこでデータがバッファされる。アダプタ２１２は、ローカル・バッファ２１４からデータを引き取り、バスのパフォーマンスを最大限にするために複数ブロックのデータをそのバッファに格納する。アダプタ２１２の主要目標は、メモリ２１４からＭＰＥＧチップ２１６、２１８へ、さらにＮＴＳＣチップ２２０とＤ／Ａ２２２へのデータの等時フローを維持し、ビデオまたはオーディオあるいはその両方の送達に中断が発生しないようにすることである。

【０１９７】ＭＰＥＧ論理モジュール２１６、２１８は、ディジタル（圧縮）ビデオ・データを構成要素レベルのビデオとオーディオに変換する。ＮＴＳＣエンコーダ２２０は、その信号をＮＴＳＣベースバンド・アナログ信号に変換する。ＭＰＥＧオーディオ・デコーダ２１６は、ディジタル・オーディオをパラレル・ディジタル・データに変換し、そのデータがディジタル・アナログ変換器２２２に渡され、フィルタにかけられて、左右のオーディオ出力を生成する。

【０１９８】速度一致および等時送達問題の解決策を考案する際の目標は、システムの帯域幅送達を最大限にするだけでなく、賦課するパフォーマンス上の制約を最少にする手法である。

【０１９９】一般にアプリケーション開発者は、プロセッサと、ディスク・ファイル、テープ・ファイル、光ディスク記憶ユニットなどの機械式記憶装置との間のデータの制御および送達用として、ＳＳＡやＳＣＳＩなどのバス構造を使用している。どちらのバスも、ビデオ・データの高帯域幅送達に適したものにするための属性を含んでいる。ただし、速度とビデオ・データの等時送達を制御するための手段を講じる必要がある。

【０２００】ＳＣＳＩバスは、１つのビデオ信号がバッファ・メモリから特定のＮＴＳＣアダプタに移されるときの時間量を最小限にする、２０Ｍバイト／秒のデータ・バーストを考慮している。アダプタ・カード２１２は、高ピーク速度でバス２１０からメモリにデータをバーストし、それよりかなり低い速度でバッファ２１４からデータを除去してＮＴＳＣデコーダ・チップ２１６、２１８に送達するためのパフォーマンス能力を備えた大型バッファ２１４を含んでいる。バッファ２１４は、複数のより小さいバッファにさらにセグメント化され、ソフトウェア制御を介して接続され、回路上に接続された複数のバッファとして動作する。

【０２０１】これにより、システムは、様々なブロック・サイズのデータを別々のバッファに送達することができ、再生の順序を制御する。この手法の利点は、システム・ソフトウェアを解放して、ビデオ・データの要件よりかなり前にしかも非常に高い送達速度でビデオ・データのブロックを送達する点である。このため、メディア・ストリーマ１０には、動的スループット要件に基づいて多数のビデオ・ストリームを管理する能力が設けられる。通信ノード内のプロセッサに時間があるときは、順

番に再生される大きいブロック数個分のデータの送達を行うことができる。これが行われると、プロセッサは、各ポートに低速の連続等時データを直ちに送達する必要もなく、他のストリームを自由に制御することができる。

【0202】デコーダ・システムの費用効果をさらに高めるために、より大きいデコーダ・バッファ214とMPEGデコーダ216、218との間に小さいFIFOメモリ224が挿入されている。このFIFOメモリ224により、制御装置226は、バッファ214からFIFO224により小さいブロック（一般に512バイト）のデータを移動することができ、次にFIFO224がそのデータを複数のシリアル・ビット・ストリームに変換してMPEGデコーダ216、218に送達する。オーディオおよびビデオ・デコーダ・チップ216、218の両方は、同じシリアル・データ・ストリームからその入力を取り、必要なデータを内部で分離して復号することができる。FIFOメモリ224の出力からのデータの伝送は、ビデオ表示のユーザまたは消費者に連続したビデオ表示を確実に送達するために、等時式またはほぼ等時式に行われる。

【0203】K. SCSI装置へのディジタル・ビデオの伝送

図26に示すように、バッファ・メモリからの圧縮ディジタル・ビデオ・データおよびコマンド・ストリームは、装置レベルのソフトウェアによってSCSIコマンドおよびデータ・ストリームに変換され、SCSIバス210を介してSCSI IIIの高速データ転送速度でターゲット・アダプタ212に伝送される。次にデータはバッファされ、圧縮解除ならびにアナログ・ビデオおよびオーディオ・データへの変換のために必要な内容出力速度でMPEG論理回路に供給される。データ・フローと歩調合せし、適切なバッファ管理を保証するために、SCSIバス210を介してフィードバックが行われる。

【0204】SCSI NTSC／PALアダプタ212は、SCSIバス210への高レベル・インタフェースを提供し、標準のSCSIプロトコルのサブセットをサポートする。通常の動作モードは、アダプタ212をオープンし、それにデータ（ビデオおよびオーディオ）ストリームを書込み、完了したときだけアダプタ212をクローズするというものである。アダプタ212は、そのバッファを満杯状態に維持するために必要な速度でデータを引き取り、通信ノード14と記憶ノード16がデータ・ブロックを提供し、そのデータ・ブロックのサイズはバス・データ転送を最適化し、バス・オーバヘッドを最小限にするように設定されている。

【0205】システム・パラメータは、必要であればモード選択SCSIコマンドを使用して、制御パケットにより上書きすることができる。ビデオ／オーディオの同期化はアダプタ212にとって内部のものなので、外部制御は一切不要である。自動再同期化と連続オーディオ／ビデオ出力により、エラーは最小限になる。

【0206】K1. SCSIレベルのコマンドの説明

SCSIビデオ出力アダプタの機能性に適合させるために、標準の共通コマンドだけでなく、直接アクセス装置コマンドと順次装置コマンドとを混合したものを使用する。すべてのSCSIコマンドと同様、どのコマンドの後にも有効状況バイトが返され、検査条件が返された場合はセンス・データ域にエラー条件がロードされる。使用する標準のSCSIコマンドとしては、RESET、INQUIRY、REQUEST SENSE、MODE SELECT、MODE SENSE、READ、WRITE、RESERVE、RELEASE、TESTUNIT READYなどがある。

【0207】ビデオ・コマンド：ビデオ制御コマンドは、ユーザレベルのビデオ出力制御コマンドであり、上記の標準コマンドの拡張機能である。これらは、SCSIビデオ出力アダプタ212とのインタフェースを直接とる、低レベル・オペレーティング・システムまたはSCSIコマンドへの単純化したユーザ・レベル・フロント・エンドを提供する。各コマンドの実施態様では、必要なビデオ装置機能をエミュレートし、無効制御状態によるビデオおよびオーディオ異常を回避するために、マイクロコードを使用している。単一のSCSIコマンドであるSCSI START/STOP UNITコマンドは、ターゲットSCSIビデオ出力アダプタ212へのビデオ制御コマンドを変換するために、そのコマンドとともに渡される必要なパラメータを指定して使用する。これにより、ユーザ・アプリケーション・インタフェースとアダプタ・カード212のマイクロコードの両方が単純化される。使用するコマンドは以下の通りである。

【0208】停止（SCSI START/STOP 1 － パラメータ＝モード）

MPEGチップ・セット（216、128）へのデータ入力が停止され、オーディオがミュートになり、ビデオがブランクになる。パラメータ・フィールドでは停止モードを選択する。通常モードでは、バッファおよび位置ポインタが現行のままになるので、再生はビデオ・ストリーム内の同じ位置から続行される。第2のモード（ムービーの終わりまたは打切り）は、バッファ・ポインタを次のバッファの先頭に設定し、現行バッファを解放するものである。第3のモードもムービーの終わり条件用であるが、データ・バッファが空になるまで停止（ミュートとブランク）を遅らせる。第4のモードは、オーディオ付きの遅延停止に備えるために所与のMPEGデコーダ実施態様で使用することができるが、データが尽きたときに最後の有効フレーム用のフレームを凍結させる。上記の場合のいずれでも、ビデオおよびオーディオ出力が適切な境界上で停止して適正な再始動が可能になるように、ビデオ・アダプタ212のマイクロコードが停止点を判定する。

【０２０９】休止（SCSI START/STOP 2 － パラメータなし）
ＭＰＥＧチップ・セット（２１６、２１８）へのデータ入力が停止され、オーディオがミュートになるが、ビデオはブランクにならない。これにより、ＭＰＥＧビデオ・チップ・セット（２１６、２１８）が最後の良好フレームの凍結フレームを保持する。これの使用目的は、ビデオ・チューブの焼付き防止に限定される。停止コマンドは制御ノード１８が出すのが好ましいが、５分以内にいずれのコマンドも受け取らないと、ビデオ出力は自動的にブランクになる。アダプタ２１２のマイクロコードは、円滑に再生に戻ることを考慮して、バッファ位置とデコーダ状態を維持する。
【０２１０】ブランク・ミュート（SCSI START/STOP 3 － パラメータ＝モード）
このコマンドは、オーディオ出力に影響せずにビデオ出力をブランクにするか、ビデオに影響せずにオーディオ出力をミュートにするか、またはその両方を行う。モード・パラメータを使用した１つのコマンドでミュートとブランクの両方をオフにすることができるが、これにより、より円滑な移行と、コマンド・オーバヘッドの低減が可能になる。これらは、積極的かつ円滑な移行を確保するためのハードウェア制御によって、圧縮解除およびアナログへの変換の後にビデオ・アダプタ２１２上で実現される。
【０２１１】低速再生（SCSI START/STOP 4 － パラメータ＝速度）
このコマンドは、ＭＰＥＧチップ・セット（２１６、２１８）へのデータ入力速度を低下させ、それに断続的なフレーム凍結を行わせ、ＶＣＲ上で低速再生機能をシミュレートする。オーディオは、ディジタル・エラー・ノイズを回避するためにミュートになる。パラメータ・フィールドには、０～１００の相対速度を指定する。代替実施態様は、デコーダ・チップ・セット（２１６、２１８）のエラー処理を使用不能にし、デコーダ・チップ・セットへのデータ・クロック速度を所望の再生速度に変更する。これは、ビデオ・アダプタのクロック・アーキテクチャのフレキシビリティに依存する。
【０２１２】再生（SCSI START/STOP 5 － パラメータ＝バッファ）
このコマンドは、ＭＰＥＧチップ・セット（２１６、２１８）へのデータ供給プロセスを開始し、オーディオ出力とビデオ出力を可能にする。どのバッファから再生順序を開始するかを判定するためにバッファ選択番号が渡され、０という値は、現行再生バッファを使用する必要がある（通常の動作）ことを意味する。ゼロ以外の値は、アダプタ２１２がSTOPPEDモードの場合のみ受け入れられ、PAUSEDモードの場合は、バッファ選択パラメータが無視され、現行のバッファ選択および位置を使用して再生が再開される。
【０２１３】「再生中」に制御装置２２６は、バッファ間を順次循環し、ＭＰＥＧチップ・セット（２１６、２１８）への安定したデータ・ストリームを維持する。Ｎバイトが読み取られるまで、アドレス・ゼロから始まるデータが適切な速度でバッファからＭＰＥＧバスに読み込まれ、次に制御装置２２６が次のバッファに切り替わって、データの読取りを続行する。アダプタ・バスとマイクロコードは、アダプタ・バッファ２１４へのＳＣＳＩ高速データ転送と、ＭＰＥＧ圧縮解除チップ（２１６、２１８）に供給する出力ＦＩＦＯ２２４への安定したデータ・ロードの両方に十分な帯域幅を提供する。
【０２１４】早送り（SCSI START/STOP 6 － パラメータ＝速度）
このコマンドは、ＶＣＲでの早送りをエミュレートする方法でデータを走査するために使用する。速度パラメータによって決まる動作モードが２通りある。速度０は、ビデオとオーディオをブランクおよびミュートにし、バッファをフラッシュする必要があり、ビデオ・ストリーム内の順方向の新しい位置からデータを受け取るときに暗黙再生が実行される、急速早送りであることを意味する。１～１０の整数値は、入力ストリームを転送している速度を示す。ビデオは、指定の平均データ転送速度を達成するためにデータ・ブロックをスキップすることによって、「サンプリング」される。アダプタ２１２は、ほぼ通常の速度でデータの一部を再生し、進行方向にジャンプし、次の部分を再生して早送りアクションをエミュレートする。
【０２１５】巻戻し（SCSI START/STOP 7 － パラメータ＝バッファ）
このコマンドは、ＶＣＲでの巻戻しをエミュレートする方法でデータを逆方向に走査するために使用する。速度パラメータによって決まる動作モードが２通りある。速度０は、ビデオとオーディオをブランクおよびミュートにし、バッファをフラッシュし、ビデオ・ストリーム内の順方向の新しい位置からデータを受け取るときに暗黙再生を実行する必要がある、急速巻戻しであることを意味する。１～１０の整数値は、入力ストリームを巻き戻している速度を意味する。ビデオは、指定の平均データ転送速度を達成するためにデータ・ブロックをスキップすることによって、「サンプリング」される。巻戻しデータ・ストリームは、ビデオ・ストリーム内の早期位置から徐々に「サンプリング」された小さいデータ・ブロックをアセンブルすることによって構築される。アダプタ・カード２１２は、通常の速度で再生するために移行と同期化を円滑に処理し、サンプリングされた次の位置にスキップして戻り、巻戻し走査をエミュレートする。
【０２１６】K2.　バッファ管理
ディジタル・ビデオ・サーバは、多くの並列出力装置にデータを提供するが、ディジタル・ビデオ・データの圧縮解除と変換には一定のデータ・ストリームが必要であ

る。データ・アンダーランまたはバッファ・オーバーランを回避しながら、ＳＣＳＩデータ・バースト・モード伝送を利用し、メディア・ストリーマ１０が最小限の介入で多くのストリームにデータを伝送できるようにするために、データ・バッファ技法を使用する。ＳＣＳＩビデオ・アダプタ・カード２１２（図２５、図２６）は、ＳＣＳＩバースト・モード・データ転送プロセスを完全に利用できるようにするためにビデオ・データ用の大型バッファ２１４を含む。構成例としては、ローカル論理回路が折返し循環バッファとして扱う７６８Ｋの１つのバッファ２１４になると思われる。循環バッファは、ディジタル・ビデオ・データの転送時に記憶域および管理オーバヘッドの両面で非効率的な固定長のバッファではなく、様々なデータ・ブロック・サイズを動的に処理することが好ましい。

【０２１７】ビデオ・アダプタ・カード２１２のマイクロコードは、最後のデータの先頭ならびに現行の長さとデータの先頭を維持して、複数のバッファ・ポインタをサポートする。これにより、再試行で伝送の失敗を上書きしたり、必要であれば現行バッファ内のバイト位置にポインタを配置することができる。デコード・チップ・セット（２１６、２１８）への有効データ送達を保証するために、伝送された通りにデータ・ブロック長が維持される（たとえば、中間論理回路が長ワード位置合せを使用してもバイトまたはワード固有である）。この手法により、データ・バッファのフレキシブルな制御が可能になると同時に、定常状態動作オーバヘッドが最小限になる。

【０２１８】K2.1. バッファ選択および位置

複数組のバッファが必要であると想定すると、すべてのバッファ関連操作に複数のポインタが使用可能になる。たとえば、再生バッファとそのバッファ内の現行位置を選択するために１組を使用し、データ事前ロード操作用に書込みバッファとそのバッファ内の位置（通常はゼロ）を選択するために第２の組を使用することができる。可変長データ・ブロックもサポートされるので、受け取った各データ・ブロックごとに現行長と最大長の値が維持される。

【０２１９】K2.2. 自動モード

バッファ動作は、そのバッファのアドレス・ゼロから始まる次に使用可能なバッファ空間にＮバイト分のデータを入れて、ビデオ・アダプタの制御装置２２６によって管理される。制御装置２２６は、各バッファ内のデータの長さと、その長さが「再生」されたかどうかを追跡する。十分なバッファ空間が空いている場合、このカードは次のWRITEコマンドを受け入れ、データをそのバッファにＤＭＡする。データ・ブロック全体を受け入れるのに十分なバッファ空間が空いていない場合（通常は低速再生または休止条件の場合）は、WRITEが受け入れられず、バッファ満杯戻りコードが返される。

【０２２０】K2.3. 手動モード

各バッファ・アクセス・コマンド（書込み、消去など）ごとに「現行」書込みバッファとそのバッファ内の位置（通常はゼロ）を選択するために、LOCATEコマンドを使用する。バッファ位置は、正常に伝送された最後のデータ・ブロック用のデータの先頭と相対的なものである。これは、ビデオ・ストリーム移行管理のために行うことが好ましく、システム内のコマンド・オーバヘッドを最小限にするためにできるだけ早く自動モードが再活動化される。

【０２２１】K2.4. エラー管理

ディジタル・ビデオ・データ伝送には、データ処理アプリケーションで通常、ＳＣＳＩが使用されるランダム・データ・アクセスの使用法とは異なるエラー管理要件がある。わずかなデータ紛失は伝送中断ほど重大ではないので、従来の再試行方式およびデータ妥当性検査方式が変更されるか、または使用不能になる。通常のＳＣＳＩエラー処理手順が行われ、各コマンドの完了時の状況フェーズ中に状況バイトが返される。状況バイトは、良好（００）条件、ターゲットＳＣＳＩチップ２２７がコマンドを受け入れることができない場合の使用中（８ｈ）、またはエラーが発生した場合の検査条件（０２ｈ）のいずれかを示す。

【０２２２】K2.5. エラー回復

ＳＣＳＩビデオ・アダプタ２１２の制御装置２２６は、エラーおよび状況情報をロードするために検査条件応答時に自動的に要求センス・コマンドを生成し、回復手順が可能かどうかを判定する。通常の回復手順では、エラー状態をクリアし、壊れたデータを破棄し、できるだけ早く通常再生を再開する。最悪の場合には、アダプタ２１２をリセットし、データを再ロードしなければ再生を再開できない場合もある。エラー条件はログ記録され、次のINQUIRYまたはREQUEST SENSESCSI動作によってホスト・システムに報告される。

【０２２３】K2.6. 自動再試行

バッファ満杯または装置使用中条件の場合、最高Ｘ回の再試行まで再試行が自動化される。この場合、Ｘはストリーム・データ転送速度に依存する。これが可能なのは、次のデータ・バッファが到着する時点までに限られる。その時点で、その条件が予測されていなければ（すなわち、バッファ満杯であるが、休止されていないか、またはSLOW PLAYモードを担っている場合）エラーがログ記録され、ビデオ再生を回復して続行するには装置のリセットまたはクリアが必要な場合もある。

【０２２４】ユーザにビデオ表示を送達するという状況について主に説明してきたが、ビデオ表示を受け取り、ビデオ表示をそのデータ表現としてディジタル化し、バス２１０を介してデータ表現を通信ノード１４に伝送し、制御ノード１８が指定する記憶ノード１６、１７内に低待ち時間スイッチ１８を介して格納するために、粗

放高ビデオ・アダプタを使用することができることに留意されたい。

【0225】上記の説明は本発明を例示するにすぎないことに留意されたい。当業者であれば、本発明から逸脱せずに、様々な代替態様および変更態様を考案することができる。したがって、本発明は、特許請求の範囲に含まれるこのような代替態様、変更態様、変形態様のすべてを包含するものである。

【0226】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0227】（1）少なくとも1つのビデオ表示のディジタル表現を格納する大容量記憶装置を含む少なくとも1つの記憶ノードであって、前記大容量記憶装置が複数の大容量記憶ユニットから構成され、前記少なくとも1つのビデオ表示がその全体を提示するのに時間Tを必要とし、複数のN個のデータ・ブロックとして格納され、各データ・ブロックが前記ビデオ表示の約T／Nの期間に対応するデータを格納する、少なくとも1つの記憶ノードと、複数の通信ノードであって、それぞれがそれからビデオ表示のディジタル表現を受け取るための前記少なくとも1つの記憶ノードの出力に結合された少なくとも1つの入力ポートを有し、前記複数の通信ノードのそれぞれが、それぞれディジタル表現の消費者にデータ・ストリームとしてディジタル表現を伝送する複数の出力ポートをさらに有する、複数の通信ノードとを含み、前記ディジタル表現の前記N個のデータ・ブロックがX個のストライプに区分され、データ・ブロック1、X＋1、2＊X＋1、・・・などがX個のストライプの第1のストライプに関連づけられ、データ・ブロック2、X＋2、2＊X＋2、・・・などがX個のストライプの第2のストライプに関連づけられ、以下同様に関連づけられ、前記X個のストライプのそれぞれが前記複数の大容量記憶ユニットのそれぞれに格納されることを特徴とする、メディア・ストリーマ。

（2）前記複数の大容量記憶ユニットがビデオ表示のディジタル表現の1つのコピーを格納し、複数のデータ・ストリームが前記N個のデータ・ブロックのうちの同一データ・ブロックを同期伝達できるように前記X個のストライプが読み出されることを特徴とする、上記（1）に記載のメディア・ストリーマ。

（3）前記複数の大容量記憶ユニットがビデオ表示のディジタル表現の1つのコピーを格納し、複数のデータ・ストリームが前記N個のデータ・ブロックのうちの異なるデータ・ブロックを同期伝達できるように前記X個のストライプが読み出されることを特徴とする、上記（1）に記載のメディア・ストリーマ。

（4）前記T／Nの期間の持続時間が約0．2秒～約2秒の範囲であることを特徴とする、上記（1）に記載のメディア・ストリーマ。

（5）Xの値が

X＝最大（r＊n／d，r＊m／d）

という式によって求められ、式中、rがデータ・ストリーム用の公称データ転送速度であり、nが公称データ転送速度で同時に出力されるデータ・ストリームの最大数であり、dが前記大容量記憶ユニットの1つの有効出力データ転送速度であり、mが前記N個のデータ・ユニットの少なくとも1つを格納する前記大容量記憶ユニットのすべてから公称データ転送速度で同時に出力されるデータ・ストリームの最大数であることを特徴とする、上記（1）に記載のメディア・ストリーマ。

（6）少なくとも1つのビデオ表示のディジタル表現を格納する大容量記憶装置を含む少なくとも1つの記憶ノードであって、前記大容量記憶装置が複数のディスク・データ記憶ユニットから構成され、前記少なくとも1つのビデオ表示がその全体を提示するのに時間Tを必要とし、複数のN個のデータ・ブロックとして格納され、各データ・ブロックが前記ビデオ表示の約T／Nの期間に対応するデータを格納する、少なくとも1つの記憶ノードと、複数の通信ノードであって、それぞれがそれからビデオ表示のディジタル表現を受け取るための前記少なくとも1つの記憶ノードの出力に結合された少なくとも1つの入力ポートを有し、前記複数の通信ノードのそれぞれが、それぞれディジタル表現の消費者にデータ・ストリームとしてディジタル表現を伝送する複数の出力ポートをさらに有する、複数の通信ノードとを含み、前記ディジタル表現の前記N個のデータ・ブロックがX個のストライプに区分され、データ・ブロック1、X＋1、2＊X＋1、・・・などがX個のストライプの第1のストライプに関連づけられ、データ・ブロック2、X＋2、2＊X＋2、・・・などがX個のストライプの第2のストライプに関連づけられ、以下同様に関連づけられ、前記X個のストライプのそれぞれが前記複数の大容量記憶ユニットのそれぞれに格納され、Xの値が

X＝最大（r＊n／d，r＊m／d）

という式によって求められ、式中、rがデータ・ストリーム用の公称データ転送速度であり、nが公称データ転送速度で同時に出力されるデータ・ストリームの最大数であり、dが前記ディスク・データ記憶ユニットの1つの有効出力データ転送速度であり、mが前記N個のデータ・ユニットの少なくとも1つを格納する前記ディスク・データ記憶ユニットのすべてから公称データ転送速度で同時に出力されるデータ・ストリームの最大数であることを特徴とする、メディア・ストリーマ。

（7）前記複数のディスク・データ記憶ユニットがビデオ表示のディジタル表現の1つのコピーを格納し、複数のデータ・ストリームが前記N個のデータ・ブロックのうちの同一データ・ブロックを同期伝達できるように前記X個のストライプが読み出されることを特徴とする、上記（6）に記載のメディア・ストリーマ。

（8）前記複数のディスク・データ記憶ユニットがビデ

オ表示のディジタル表現の１つのコピーを格納し、複数のデータ・ストリームが前記Ｎ個のデータ・ブロックのうちの異なるデータ・ブロックを同期伝達できるように前記Ｘ個のストライプが読み出されることを特徴とする、上記（６）に記載のメディア・ストリーマ。

（９）前記Ｔ／Ｎの期間の持続時間が約０．２秒～約２秒の範囲であることを特徴とする、上記（６）に記載のメディア・ストリーマ。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明を取り入れたメディア・ストリーマのブロック図である。

【図２】図１に示す回路スイッチの詳細を示すブロック図である。

【図３】図１に示すテープ記憶ノードの詳細を示すブロック図である。

【図４】図１に示すディスク記憶ノードの詳細を示すブロック図である。

【図５】図１に示す通信ノードの詳細を示すブロック図である。

【図６】高い優先順位で実行されるビデオ・ストリーム出力制御コマンドのリストと、より低い優先順位で実行されるデータ管理コマンドのリストとを示す図である。

【図７】通信ノードのデータ・フローを示すブロック図である。

【図８】ディスク記憶ノードのデータ・フローを示すブロック図である。

【図９】接続の実施を可能にするための制御メッセージ・フローを示す図である。

【図１０】再生の実行を可能にするための制御メッセージ・フローを示す図である。

【図１１】メディア・ストリーマとクライアント制御システムとの間に存在するインタフェースを示す図である。

【図１２】メディア・ストリーマを操作するために使用する複数の「ソフト」キーを示す表示パネルを示す図である。

【図１３】図１２のロード・ソフト・キーを選択したときに表示されるロード選択パネルを示す図である。

【図１４】図１２のバッチ・キーを選択したときに表示されるバッチ選択パネルを示す図である。

【図１５】クライアント制御システムとメディア・ストリーマとの間に存在する複数のクライアント／サーバ関係を示す図である。

【図１６】ビデオ・データにアクセスし、それを１つまたは複数の出力ポートに送るための先行技術の技法を示す図である。

【図１７】複数のビデオ・ポートが通信ノード・キャッシュ・メモリに収容された単一ビデオ・セグメントにアクセスする方法を示すブロック図である。

【図１８】複数のビデオ・ポートがディスク記憶ノード上のキャッシュ・メモリに収容されたビデオ・セグメントに直接アクセスする方法を示すブロック図である。

【図１９】本発明により使用されるメモリ割振り方式を示す図である。

【図２０】ビデオ１用のセグメント化論理ファイルを示す図である。

【図２１】ビデオ１の様々なセグメントを複数のディスク・ドライブにわたってストライプ化する方法を示す図である。

【図２２】記憶ノードとクロス・バー・スイッチとの間の先行技術のスイッチ・インタフェースを示す図である。

【図２３】記憶ノードに拡張出力帯域幅を提供するように図２２に示す先行技術のスイッチ・インタフェースを修正する方法を示す図である。

【図２４】ビデオ出力バスへの一定のビデオ出力を保証する手順を示すブロック図である。

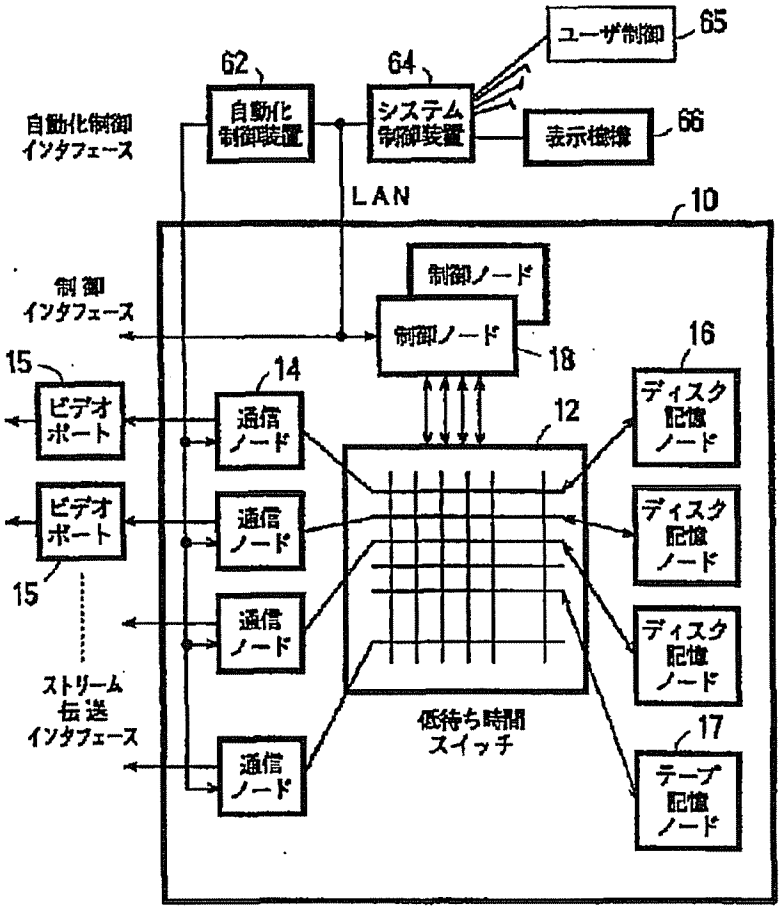
【図２５】ディジタル・ビデオ・データからアナログ・ビデオ・データへの変換に使用するビデオ・アダプタのブロック図である。

【図２６】ＳＣＳＩバス・コマンドを使用して図２５のビデオ・アダプタ・カードを制御できるようにする制御モジュールを示すブロック図である。

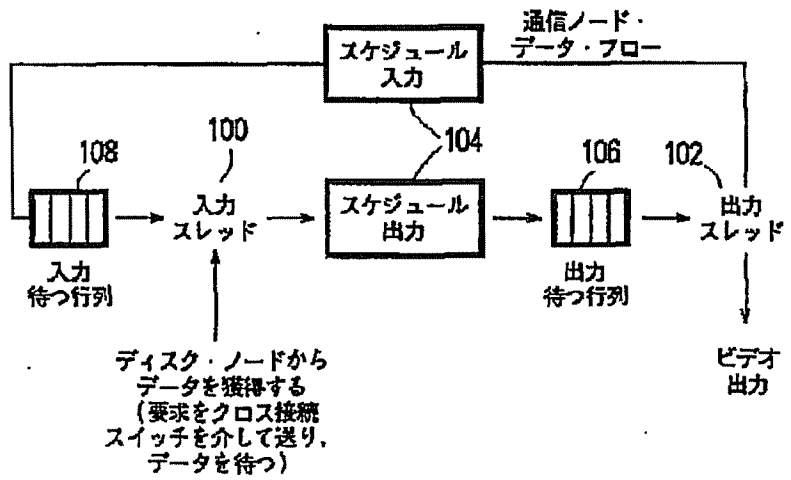
【符号の説明】

１０　メディア・ストリーマ
１２　低待ち時間スイッチ
１４　通信ノード
１５　ビデオ・ポート
１６　ディスク記憶ノード
１７　テープ記憶ノード
１８　制御ノード
６２　自動化制御装置
６４　システム制御装置
６５　ユーザ制御
６６　表示機構

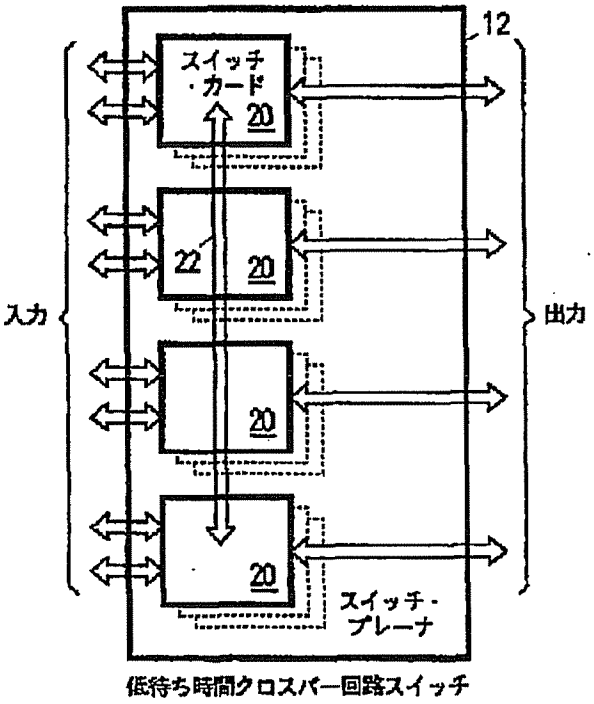
【図1】


ユーザ制御
65
62
64
自動化制御インタフェース
自動化制御装置
システム制御装置
表示機構
66
LAN
10
制御インタフェース
制御ノード
制御ノード
18
16
15
14
ビデオポート
通信ノード
12
ディスク記憶ノード
ビデオポート
通信ノード
ディスク記憶ノード
15
通信ノード
ディスク記憶ノード
ストリーム伝送インタフェース
低待ち時間スイッチ
17
通信ノード
テープ記憶ノード

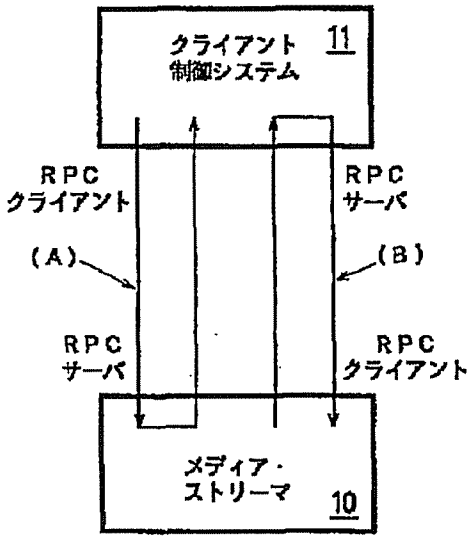
【図7】


スケジュール入力
通信ノード・データ・フロー
108
100
104
106
102
入力スレッド
スケジュール出力
出力スレッド
入力待つ行列
出力待つ行列
ディスク・ノードからデータを獲得する（要求をクロス接続スイッチを介して送り，データを待つ）
ビデオ出力

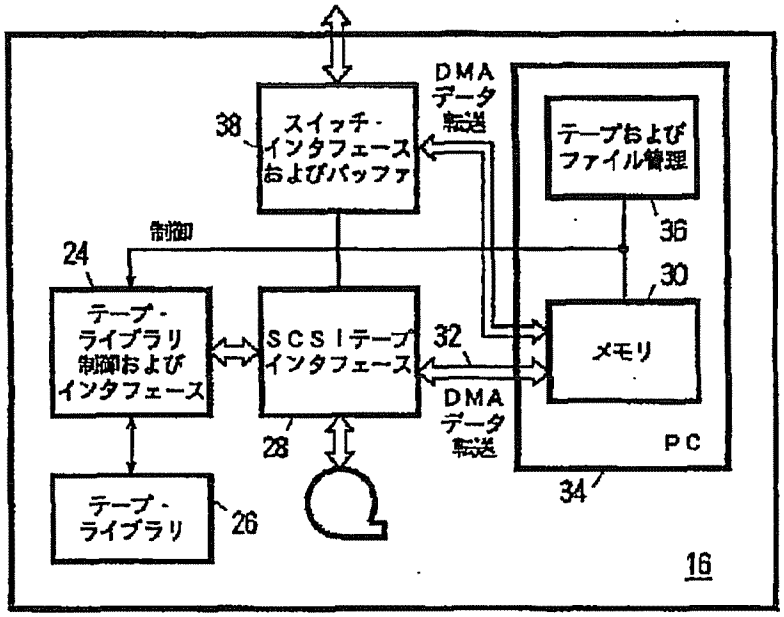
【図2】


12
スイッチ・カード
20
22
入力
出力
スイッチ・プレーナ
低待ち時間クロスバー回路スイッチ

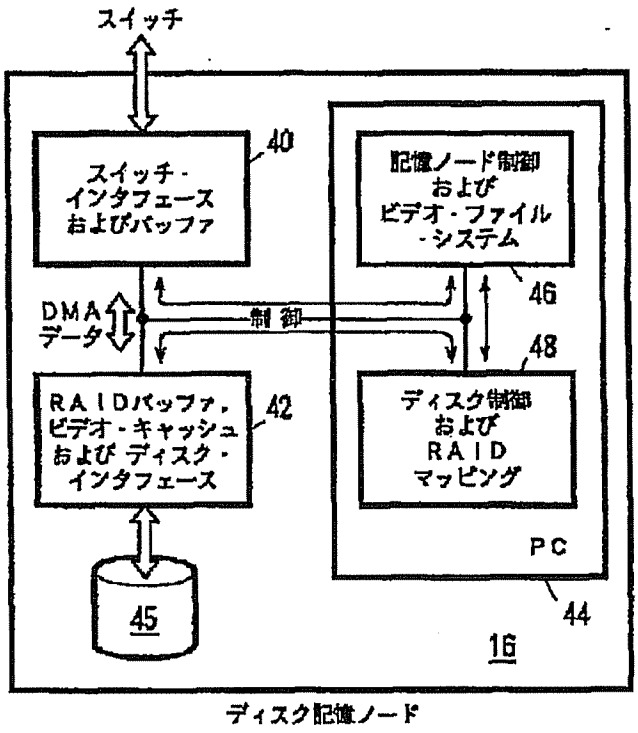
【図15】


クライアント制御システム
11
RPC クライアント
RPC サーバ
(A)
(B)
RPC サーバ
RPC クライアント
メディア・ストリーマ
10

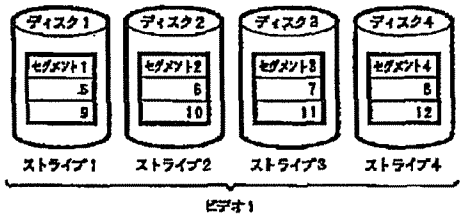
【図3】


DMA データ転送
38
スイッチ・インタフェースおよびバッファ
テープおよびファイル管理
36
制御
24
30
テープ・ライブラリ制御およびインタフェース
SCSIテープインタフェース
32
メモリ
DMA データ転送
28
PC
34
テープ・ライブラリ
26
16

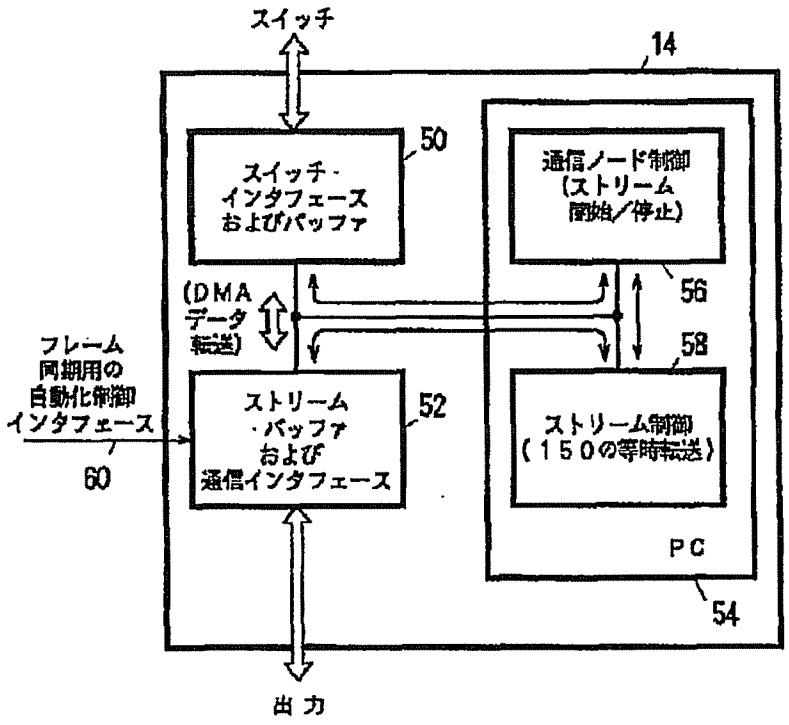
【図４】


スイッチ
スイッチ・
インタフェース
およびバッファ
40
記憶ノード制御
および
ビデオ・ファイル
・システム
46
DMA
データ
制御
48
RAIDバッファ，
ビデオ・キャッシュ
および ディスク・
インタフェース
42
ディスク制御
および
RAID
マッピング
PC
44
45
16
ディスク記憶ノード

【図２１】


ディスク1
ディスク2
ディスク3
ディスク4
セグメント1
5
9
セグメント2
6
10
セグメント3
7
11
セグメント4
8
12
ストライプ1
ストライプ2
ストライプ3
ストライプ4
ビデオ1

【図５】


スイッチ
14
スイッチ・
インタフェース
およびバッファ
50
通信ノード制御
(ストリーム
開始／停止)
(DMA
データ
転送)
56
58
フレーム
同期用の
自動化制御
インタフェース
60
ストリーム
・バッファ
および
通信インタフェース
52
ストリーム制御
(150の等時転送)
PC
54
出力

【図６】

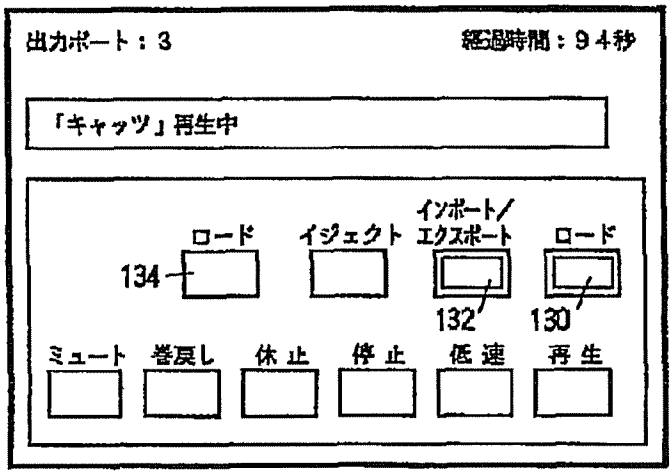
ストリーム制御コマンド（高優先順位実行）

VS－CONNECT
VS－PLAY
VS－RECORD
VS－SEEK
VS－PAUSE
VS－STOP
VS－DISCONNECT
VS－CONNECT_LIST
VS－PLAY_AT_SIGNAL
VS－RECORD_AT_SIGNAL

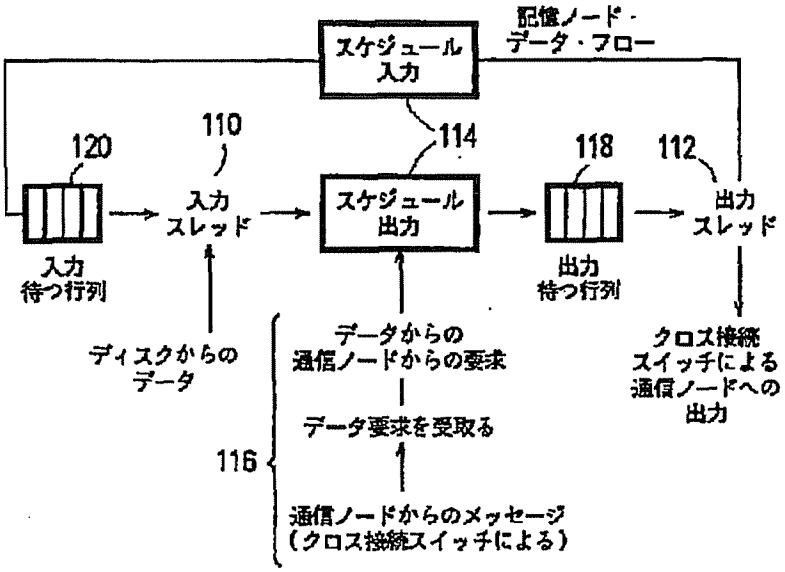
データ管理コマンド（低優先順位実行）

VS－CREATE
VS－OPEN
VS－READ
VS－WRITE
VS－GET_POSITION
VS－SET_POSITION
VS－CLOSE
VS－RENAME
VS－DELETE
VS－GET_ATTRIBUTES
VS－GET_NAMES
VS－DUMP
VS－RESTORE
VS－SEND
VS－RECEIVE
VS－RECEIVE_AND_PLAY

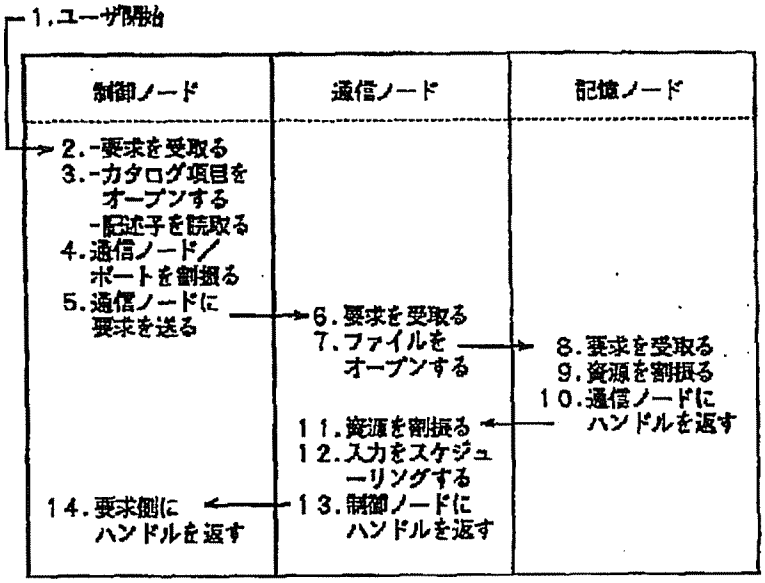
【図１２】



【図８】

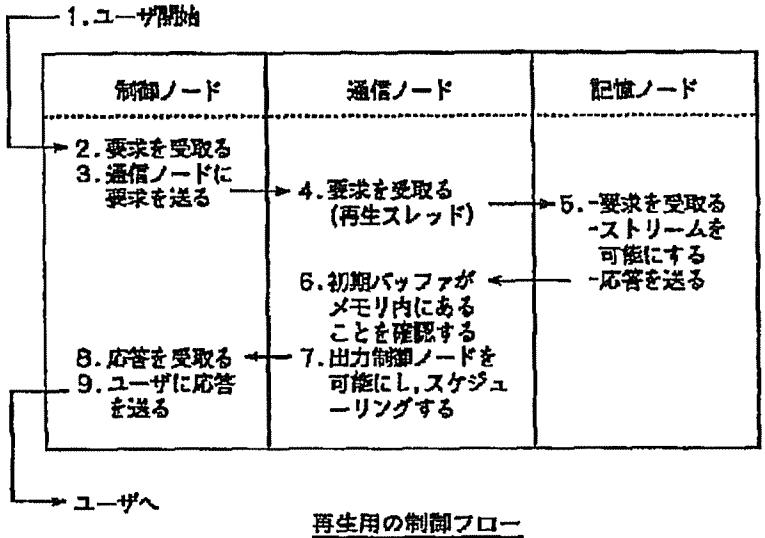


【図9】



接続用の制御フロー

【図10】



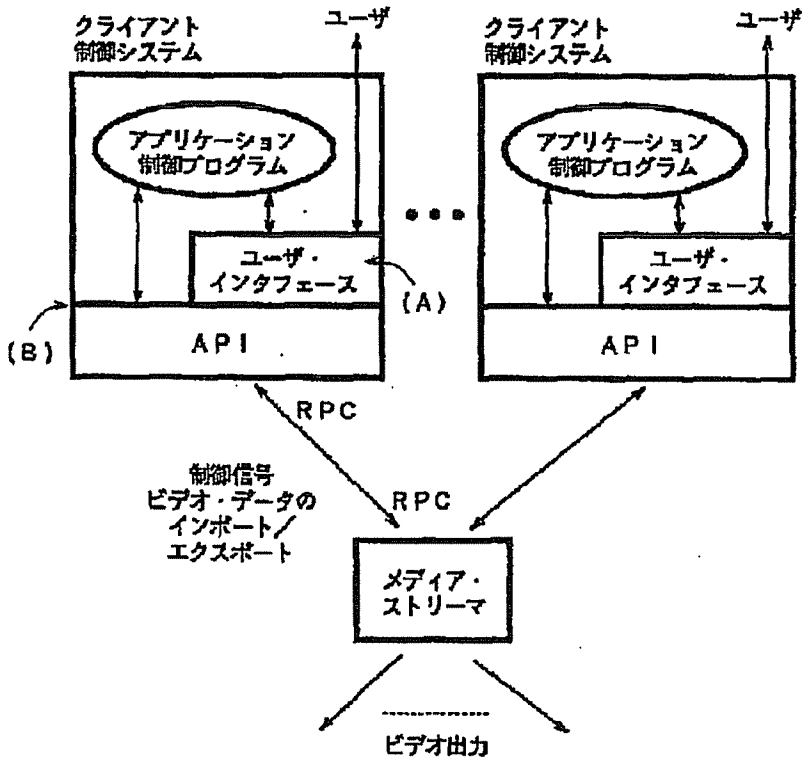
再生用の制御フロー

【図20】

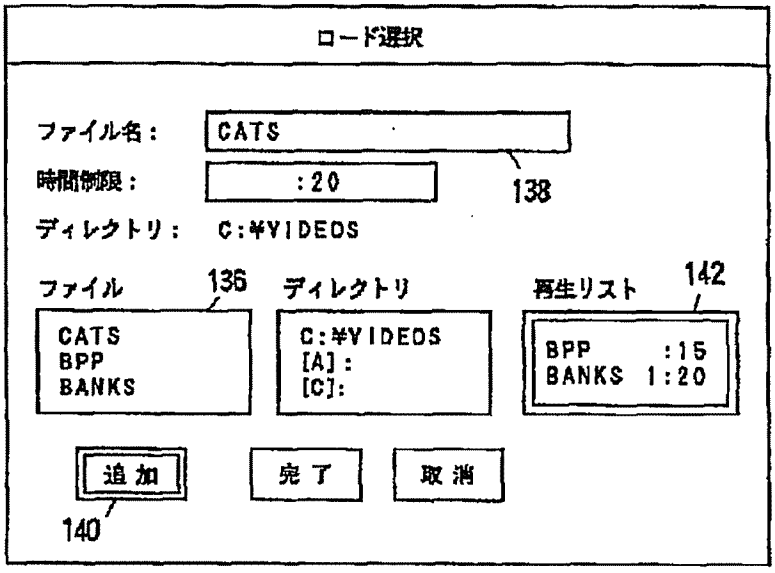
セグメント 1	セグメント 2	セグメント 3	セグメント 4		セグメント M

ビデオ1用のセグメント化論理ファイル

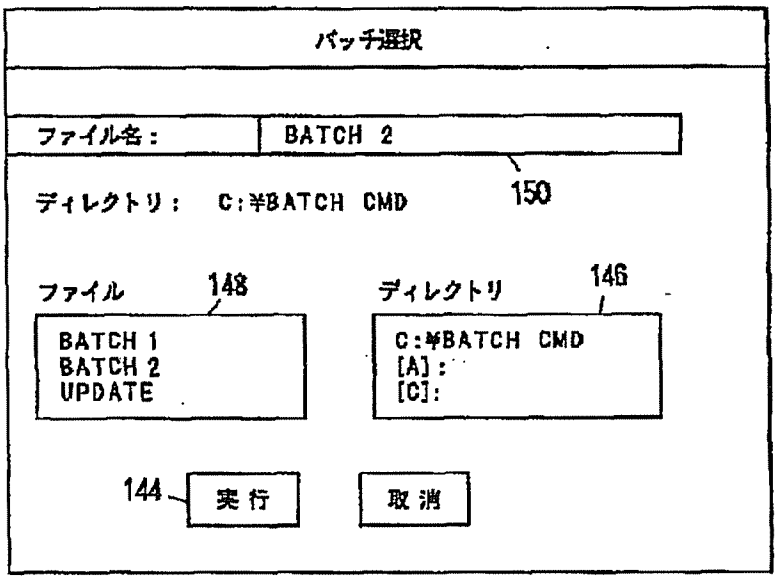
【図11】


クライアント
制御システム
ユーザ
アプリケーション
制御プログラム
ユーザ・
インタフェース
(A)
(B)
API
RPC
制御信号
ビデオ・データの
インポート/
エクスポート
メディア・
ストリーマ
ビデオ出力

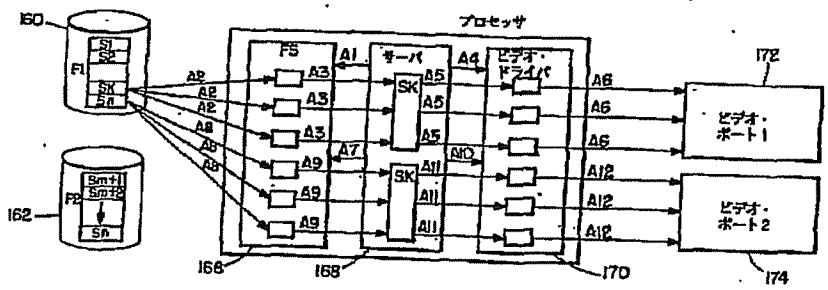
【図13】


ロード選択
ファイル名：
CATS
時間制限：
:20
138
ディレクトリ：
C:¥VIDEOS
ファイル
136
ディレクトリ
再生リスト
142
CATS
BPP
BANKS
C:¥VIDEOS
[A]:
[C]:
BPP :15
BANKS 1:20
追加
完了
取消
140

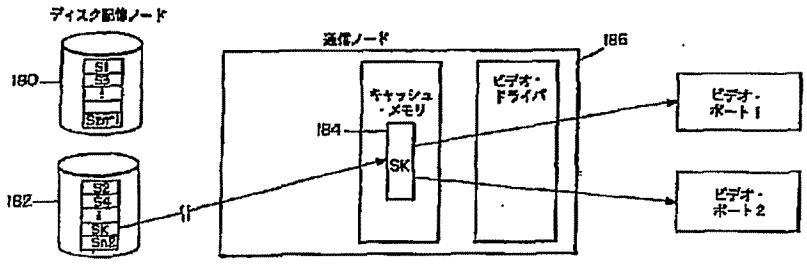
【図１４】


バッチ選択
ファイル名：
BATCH 2
150
ディレクトリ： C:¥BATCH CMD
ファイル
148
BATCH 1
BATCH 2
UPDATE
ディレクトリ
146
C:¥BATCH CMD
[A]:
[C]:
144
実行
取消

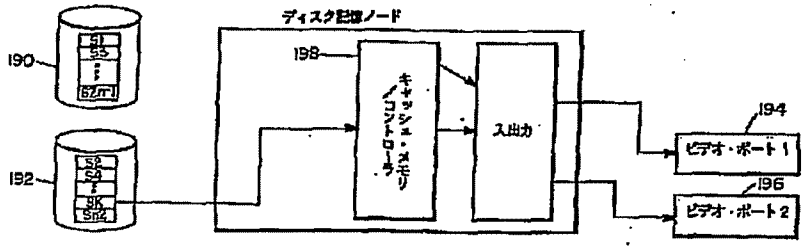
【図１６】


160
F1
SK
Sn
162
F2
Sn+1
Sn+2
Sn
プロセッサ
F5
サーバ
ビデオ・ドライバ
SK
172
ビデオ・ポート1
ビデオ・ポート2
166
168
170
174

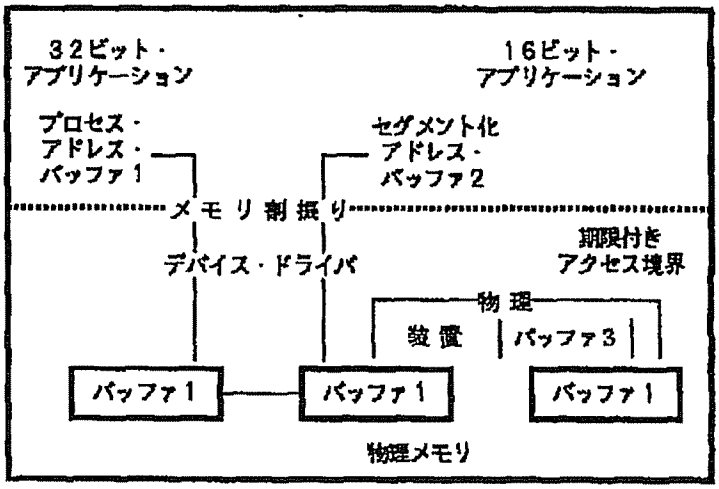
【図１７】


ディスク記憶ノード
180
S1
S2
Sn-1
182
S2
S4
SK
Sn2
通信ノード
186
キャッシュ・メモリ
184
SK
ビデオ・ドライバ
ビデオ・ポート1
ビデオ・ポート2

【図18】

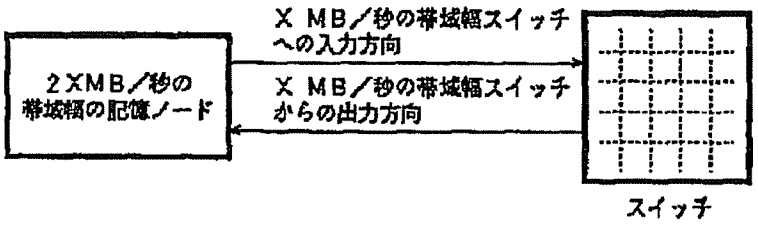


【図19】



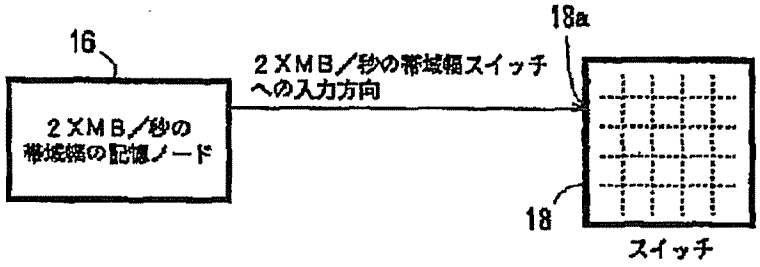
メモリ割振り方式のアプリケーション例

【図22】



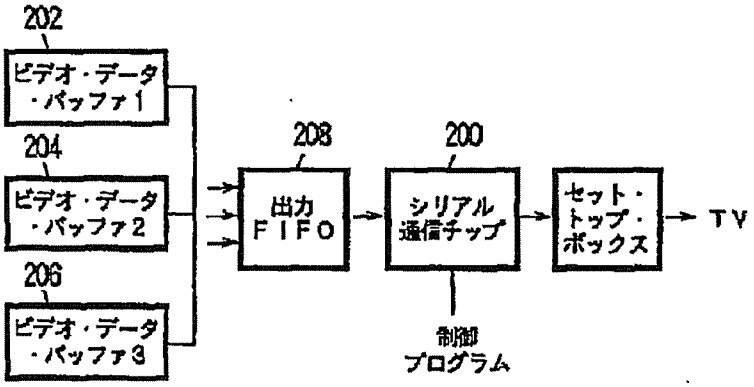
スイッチ・インタフェース

【図２３】



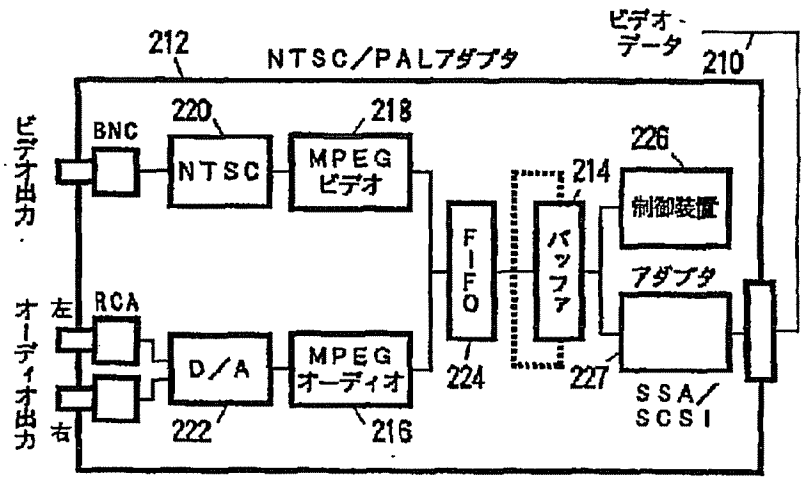
動的帯域幅割振りを行うスイッチ・インタフェース

【図２４】

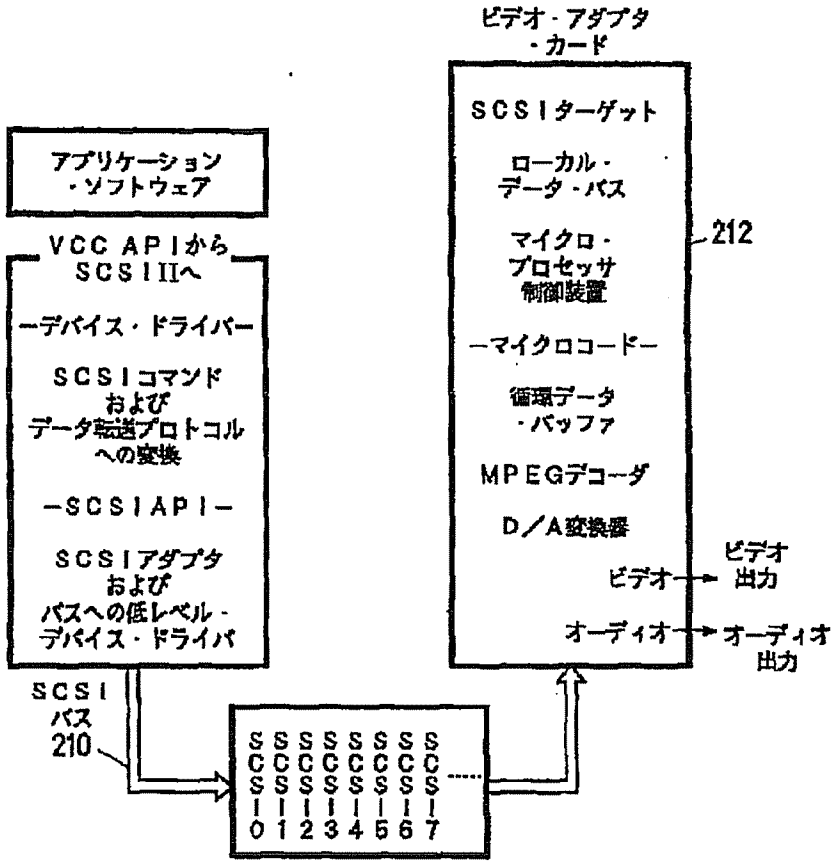


ビデオ通信出力

【図２５】



【図２６】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.6		識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04N	5/76		Z		
	7/16		Z		

(72)発明者　アショック・ラージ・サクセナ
アメリカ合衆国95120　カリフォルニア州
サンノゼ　バレー・クェイル・サークル
1236